

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Dejan Devetak**

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

Mentori:

Prof. Dr. Sc. Mirko Jakop i

Student:

Dejan Devetak

Zagreb, 2013.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc Mirku Jakopiću na strpljenju i pruženoj pomoći.

Dejan Devetak



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za diplomske ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodostrojarški i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## **DIPLOMSKI ZADATAK**

Student:

Mat. br.:

Naslov rada na  
hrvatskom jeziku:

Naslov rada na  
engleskom jeziku:

Opis zadatka:

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Zvonimir Guzović



## SADRŽAJ

SADRŽAJ .....	I
POPIS SLIKA .....	III
POPIS TABLICA .....	V
POPIS OZNAKA .....	VI
SAŽETAK .....	VII
SUMMARY .....	VIII
1. UVOD .....	1
2. POVIJESNI RAZVOJ KONCEPTA JURIŠNE PUŠKE .....	3
2.1. Razvoj streljiva .....	3
2.2. Pojava automatskog oružja .....	6
2.3. Stvaranje moderne jurišne puške .....	11
3. KONSTRUKCIJSKE ZNAJKE JURIŠNIH PUŠAKA .....	16
3.1. Vanjske znaajke jurišne puške .....	17
3.2. Unutarnje znaajke i konstrukcija puške .....	18
3.2.1. Automatsko oružje koje za rad koristi trzanje dijelova oružja .....	19
3.2.1.1. Automatsko oružje s dugim trzajem cijevi .....	19
3.2.1.2. Automatsko oružje s kratkim trzajem cijevi .....	20
3.2.1.3. Automatsko oružje sa slobodnim trzajem zatvarača .....	21
3.2.1.4. Automatsko oružje s odgođenim trzajem zatvarača .....	22
3.2.2. Automatsko oružje s odgođenjem dijela barutnih plinova .....	24
4. POSTOJEĆA KONSTRUKCIJSKA RJEŠENJA JURIŠNIH PUŠAKA .....	28
4.1. Jurišna puška M16 .....	31
4.2. Jurišna puška Steyr AUG .....	33
4.3. Jurišna puška FAMAS .....	35
4.4. Jurišna puška Beretta ARX-160 .....	38
4.5. Jurišna puška VHS 2 .....	39
4.6. Jurišna puška FN F2000 .....	41
5. Analiza taktičko-tehničkih znaajki prikazanih konstrukcijskih rješenja jurišnih pušaka .....	44
5.1. Analiza utjecaja tipa konstrukcije na taktičko-tehničke znaajke .....	46
5.2. Pojedinačna analiza prikazanih jurišnih pušaka .....	48
5.2.1. Analiza jurišne puške M16 .....	48
5.2.2. Analiza jurišne puške Beretta ARX-160 .....	49
5.2.3. Analiza jurišne puške FAMAS .....	49
5.2.4. Analiza jurišne puške Steyr AUG .....	51
5.2.5. Analiza jurišne puške FN F2000 .....	52
5.2.6. Analiza jurišne puške VHS 2 .....	54
5.3. Zaključci analize postojećih rješenja jurišnih pušaka .....	54

6. Prijedlog konstrukcijskih prilagodbi prikazanih jurišnih pušaka u svrhu poboljšanja borbene vrijednosti puške u urbanom ratovanju .....	57
6.1. Prijedlog konstrukcijskog rješenja brze izmjene strane izbacivanja ahura kod puške VHS 2 .....	58
6.2. Prijedlog konstrukcijskog rješenja postavljanja kontrola funkcija puške FN F2000 .....	62
7. ZAKLJUČAK .....	64
LITERATURA .....	66
PRILOZI .....	68

## POPIS SLIKA

Slika 1. Korištenje zaklona – lijevi i desni ugao zgrade, vježbovni poligon IDF-a [1].....	2
Slika 2. Chassepot punjenje sa zrnom u papirnatom omota u, 1866.g. [2] .....	4
Slika 3. 8 mm Lebel metak, prvo streljivo s "bezdimnim" barutom [2] .....	4
Slika 4. Usporedba 7,92x57 mm (a) i 7,92x33 mm (b) [3].....	5
Slika 5. Gatlingova strojica [5] .....	7
Slika 6. Kalthoff puška [6].....	8
Slika 7. Poluzna repetiraju a puška [7].....	9
Slika 8. "Bolt-action" repetiraju a puška [8] .....	9
Slika 9. Maxim strojica [9] .....	10
Slika 10. Strojica Browning M1895 [10].....	11
Slika 11. Prva jurišna puška Cei-Rigotti [11] .....	12
Slika 12. Stg.44 jurišna puška, prva moderna jurišna puška [3].....	13
Slika 13. Jurišna puška AK-47 [12] .....	14
Slika 14. Jurišna puška EM-2, bullpup konstrukcija [13].....	15
Slika 15. Automatska puška FAL [14] .....	17
Slika 16. Princip rada oružja s dugim trzajem cijevi [15].....	20
Slika 17. Princip rada oružja s kratkim trzajem cijevi, M2 Browning strojica [16] .....	21
Slika 18. Princip rada oružja sa slobodnim trzajem zatvara a [17] .....	21
Slika 19. Odga anje trzaja zatvara a valj i ima, puška H&K G3 [18].....	22
Slika 20. Polugom odgo eno trzanje zatvara a, puška FAMAS [19] .....	23
Slika 21. Na elo rada oružja s odvo enjem barutnih plinova [20].....	24
Slika 22. Puška s odvo enjem plinova i izravnim djelovanjem plinova na nosa zatvara a [21] .....	25
Slika 23. Zabrlavlivanje (lijevo) i odbravlivanje (desno) zatvara a rotacijom [22] .....	26
Slika 24. Klackaju e bravljenje zatvara a, zabrlavljeno (gore) i odbravljeno (dolje) [23] .....	27
Slika 25. Djelovanje 5,56 standardnog NATO metka na balisti ki gel, cijev 508 mm [24] ...	29
Slika 26. Djelovanje 7,62 standardnog metka na balisti ki gel, cijev 559 mm [24] .....	30
Slika 27. Ina ice puške M16: A1, A2, M4 karabin, A4, odozgo prema dolje [26] .....	31
Slika 28. Puška Steyr AUG A1 [27] .....	33
Slika 29. Jurišna puška FAMAS, verzija G2 [28] .....	36
Slika 30. Ispaljivanje tromblona neizravnim putanjom [19].....	37
Slika 31. Jurišna puška Beretta ARX-160 s usadnikom razvu enim na maksimalnu duljinu, te Trijicon ACOG opti kim ciljnikom [29] .....	38
Slika 32. Jurišna puška VHS 2 [30] .....	40
Slika 33. Puška F2000 s integriranim opti kim ciljnikom, pogled na lijevu stranu puške [31] .....	41
Slika 34. Puška F2000 rastavljena na potsklopove [32] .....	42
Slika 35. Pogled kroz otvor za inspekciju cijevi. Puška u položaju spremnom za ga anje [32] .....	43
Slika 36. Razvijeni isje ak cijevi duljine jednog koraka uvijanja žlijeba [33] .....	45
Slika 37. Puška VHS, rastavljena na glavne sklopove [34] .....	59
Slika 38. Položaj novog sustava izbacivanja ahura unutar puške VHS 2 .....	59
Slika 39. Položaj gumba za biranje strane izbacivanja ahura na rukohvatu .....	60
Slika 40. Polužni sustav novog sustava za izbacivanje ahura .....	61



Slika 41. Sklop nosa a zatvara a i zatvara a kada se ahure izbacuju na desnu stranu (gore), sklop zatvara a (dolje) .....	62
Slika 42. Nosa zatvara a sa zatvara em i usmjeriva em ahura (35).....	63
Slika 43. Konstrukcija nove zapinja e kod puške FN F2000 .....	63

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Tehni ka svojstva streljiva za automatske puške i puškostrojnice [5].....	6
Tablica 2. Ovisnost brzine, kineti ke energije i putanje zrna o duljini cijevi puške za standardni 5,56x45 mm standardni NATO metak [24].....	30

**POPIS OZNAKA**

Oznaka	Jedinica	Opis
n	s <sup>-1</sup>	broj okretaja zrna
v	m/s	brzina zrna
h	m	korak uvijanja žlijeba cijevi
	s <sup>-1</sup>	kutna brzina zrna
	rad	kut uvijanja žlijeba cijevi
udaljenost	yd	udaljenost zrna nakon opaljenja, 1 yd = 0,914 m
brzina	ft/s	brzina u stopama po sekundi, 1ft/s = 0,3048 m/s
energija	lb-ft	kineti ka energija zrna 1 lb-ft = 1,356 J
parabola	col	vertikalni položaj zrna u odnosu na ciljnu liniju

## **SAŽETAK**

Rad prikazuje pojavu termina jurišna puška, te razvoj jurišnih pušaka od svojih početaka do danas. Opisan je način rada automatskog oružja i konstrukcijske značajke jurišnih pušaka. Opisano je nekoliko jurišnih pušaka koje su u sastavu oružanih snaga diljem svijeta, koje su namijenjene civilnom tržištu, ili su prototipovi, a prikazuju različite naime prilagodbe oružja na urbano ratovanje. Također je provedena analiza postojećih rješenja u kojoj su uočene prednosti i nedostaci istih, te je na kraju prijedlog konstrukcijske prilagodbe puške kako bi bila potpuno prilagođena urbanom ratovanju.

Ključne riječi: jurišna puška, kompaktna konstrukcija, urbano ratovanje

## **SUMMARY**

Abstract: Paper explains origins of term and evolution of assault rifle from it's beginning to present day. It describes the principles of operation of automatic weapons and design features of assault rifles. It also shows several assault rifles both in military and civilian use, and few prototypes in order to show different ideas of adaptation of weapon to urban warfare. Those rifles are analyzed, and the analysis shows good sides and shortcomings of the given rifles. In the end paper gives a few conceptual solutions to overcome identified shortcomings in order to fully adapt the assault rifle to urban warfare.

Key words: assault rifle, bullpup design, urban warfare

## 1. UVOD

Ratovanje je neodvojivo od ljudske povijesti. Procjena je da je tijekom cijelih 5000 godina duge pisane ljudske povijesti, sveukupno bilo tek oko 200 godina mira. Ratovi su odgovorni za velike patnje i razaranja, ali i za najveće napretke i skokove u znanosti i tehnologiji.

Znakovito je da se uvijek nastojalo izbjeći i napadanje utvrđenih područja i borbe u urbanim sredinama. Obično su se takve situacije rješavale dugotrajnim i skupim opsadama. Razlog zbog kojeg su se takve borbe izbjegavale je nemogućnost razvijanja formacija i taktike zbog specifičnosti urbanih sredina, a gotovo nemoguće je zaštititi se adekvatno od opasnosti koje mogu doći iz bilo kojeg smjera u urbanoj sredini.

Međutim, moderno bojno polje se sve više premješta u urbane sredine. Trenutno nema sukoba u kojem su sukobljene strane jednakih materijalnih i tehničkih sredstava, pa slabija strana koristi urbane sredine kako bi smanjila učinkovitost teške mehanizacije i jačeg protivnika. U takvoj situaciji najviše ima smisla i najučinkovitije je upotrijebiti pješake postrojbe, a mehanizirane postrojbe pružaju podršku.

Specifičnost urbanog ratovanja je u tome što osim ograničenog prostora koji onemogućuje razvijanje većih formacija, omogućuje borbu u stvarnom 3D prostoru. Borbe su nerijetko na udaljenostima manjim od 100 metara, a mnoge se odvijaju i unutar zgrada.

Zbog specifičnosti borbe u urbanim sredinama, oružane snage osim standardnog naoružanja nabavljaju i skraćene verzije osnovnog oružja, tzv. karabine. Prednost karabina u urbanoj sredini je što je vojniku lakše manipulirati takvim oružjem u skučenom prostoru, te unutar transportera. Ovo stvara logističke probleme jer se posjeduje više komada oružja koje treba održavati.

Još jedan problem predstavlja iskorištavanje zaklona. Pošto je 90% svjetske populacije desnoruka, praktički sve puške koje koriste oružane snage diljem svijeta su konstruirane tako da ih izbacuju na desnu stranu i da se koriste sa desnog ramena. Takva situacija dovodi do toga da vojnik otkriva mnogo veću površinu tijela kada se puca iza desnog ugla, nego iza lijevog, te se time dovodi u nepotrebno veću opasnost i rizik.



**Slika 1. Korištenje zaklona – lijevi i desni ugao zgrade, vježbovni poligon IDF-a [1]**

Optimalno rješenje bi bilo jedno oružje koje je jednako pogodno za borbu na klasi nom bojnem polju i u urbanom podru ju, te da se omogu i jednako koruštenja istog sa oba ramena.

## 2. POVIJESNI RAZVOJ KONCEPTA JURIŠNE PUŠKE

Pojam jurišna puška označava pješako oružje koje mora imati sljedeće karakteristike:

- ima odvojivi spremnik za streljivo
- koristi streljivo jačeg punjenja od pištoljskog, ali slabijeg od pušnog (tipično: brzina zrna 700-1000 m/s, masa zrna 3-9 g, kinetičke energije zrna 1300-2500 J)
- ima mogućnost da se koristi sa ramena
- ima mogućnost promjene načina paljbe
- efektivni domet od minimalno 300 metara

Jurišne puške su standardno pješako naoružanje oružanih snaga u većini država svijeta. Polako ulaze u široku upotrebu polovicom 20. stoljeća. Do tada su kao standardno naoružanje služile različite repetirajuće, poluautomatske i automatske puške sa streljivom pune snage. Njihova namjena je uništavanje protivničke žive sile, a to omogućuje velikom vatrenom moći i precizne paljbe, koja se još više očituje kroz djelovanje desetine ili većih formacija.

### 2.1. Razvoj streljiva

Ideja za koncept jurišne puške je takva, da se individualnom vojniku da vatrena moć koju je prije izuma automatskog oružja imala čitava desetina, a da se istovremeno omogućuje i kontrola oružja tokom automatske paljbe. Razvoj automatskog oružja omogućio je izum modernog tipa streljiva, tj. sjedinjeni metak, kod kojeg je čahura koja čuva barutno punjenje čvrsto vezana sa zrnom.

Moderni tip metka je ujedno omogućio konstruiranje spremnika, te automatizaciju pojedinih faza tokom rada oružja, pa je bilo moguće konstruirati oružje koje u odnosu na dotadašnje ispućava 10-15 puta više ciljanih metaka. Puške su se do tada punile na ustima, a uobičajeno je bilo da se u minuti moglo ispaliti jedan do dva ciljana hitca. Repetirajuće puške su uvele revoluciju, ne samo u pogledu povećanja vatrene moći, nego i u učinkovitosti. Osim brzine, na svojoj su strani imale i preciznost.

Sljedeći logičan korak je bio dodatna automatizacija rada oružja, pa se pojavljuju prve poluautomatske puške. To dodatno skraćuje vrijeme između dva hitca, pa teoretska brzina



ga anja može prije i i trideset metaka u minuti. Nakon toga slijedi konstruiranje automatskog oružja, koje ima karakteristiku da se proces opaljenja ponavlja dok god se drži obara , ili dok se ne ispali zadnji metak.

Konkretno, po etkom 19. stolje a švicarski puškar Pauly u suradnji s francuskim puškarom Prélatom izra uju metak koji se sastoji od kuglastog olovnog projektila, barutnog punjenja, bakrene baze s kapislom, a sve je sjedinjeno u papirnatom omota u.



**Slika 2. Chassepot punjenje sa zrnom u papirnatom omota u, 1866.g. [2]**

Puška se punila sa strane barutne komore, a udarna igla je udarala u središte bakrene baze s kapislom. To je karakteristika svakog današnjeg modernog oružja.

Dvadesetih i tridesetih godina 19. stolje a nastaju prve metalne ahure. Metalna ahura je omogu ila kasnije konstruiranje poluautomatskog i automatskog oružja. 1886. francuska prva uvodi moderni tip streljiva sa "bezdimnim" barutom, 8 mm Lebel metak (8x50R mm), slika 3.



**Slika 3. 8 mm Lebel metak, prvo streljivo s "bezdimnim" barutom [2]**

U po etku je streljivo bilo prili no velike snage, jer je još uvijek konjaništvo bilo zastupljeno u vojskama, pa je metak morao imati dovoljno ubojite mo i da onesposobi konja na

udaljenostima preko 500 metara. Praktički sve vojne puške su tada bile repetirajuće, pa se nije razmišljalo o kontroli automatske paljbe.

Pravi razvoj jurišne puške je omogućila konstrukcija tzv. streljiva srednje snage, odnosno misli se na streljivo koje je po snazi punjenja između pištoljskog i pušnog metka. Prvo namjenski konstruirano streljivo srednje snage konstruirao ruski inženjer Fedorov za svoju automatsku pušku tijekom Prvog svjetskog rata, ali nije se proizvelo zbog ratnog stanja i odluke da se ne zaustavlja proizvodnja streljiva. Poslije toga vrijedi spomenuti njemački metak kalibra 7,92x33 mm razvijen tijekom tridesetih godina 20. stoljeća, te sovjetski metak 7,62x39 mm koji je razvijen tijekom Drugog svjetskog rata. Oba metka imaju jednak kalibar cijevi kao puške koje su bile korištene kao osnovno oružje u vojskama tih dviju država u to vrijeme, ali su slabijeg punjenja i time omogućuju bolju kontrolu oružja tijekom automatske paljbe.



**Slika 4. Usporedba 7,92x57 mm (a) i 7,92x33 mm (b) [3]**

Sljedeća evolucija streljiva za jurišne puške je krenula iz SAD-a. Došlo je do promjene filozofije na temelju studija koje su proučavale borbe u Drugom svjetskom i Korejskom ratu. Iz njih je proizašlo da se većina borbenih djelovanja događa na udaljenostima manjim od 300 metara, te da u pravilu pobjeđuje strana koja ima veću vatrenu moć. Došli su nalazi iz Njemačke i SSSR u svojim studijama. No većina vatrena moć znači i veću potrošnju streljiva, a vojnik bez streljiva ne može doprinijeti izmjeni vatre. Zbog toga su u SAD-u konstruirali metak u kalibru 5,56x45 mm koji je danas, uz konstrukcijske preinake zrna, jedan od dva standardna kalibra u vojskama NATO pakta. Drugi je metak 7,62x51 mm. Iako na

prvi pogled smanjivanje kalibra u odnosu na do tada korišteni može izgledati kao smanjenje borbene u inkovitosti streljiva, studije pokazuju da zbog svoje konstrukcije i velike brzine zrna, ovaj manji kalibar ostavlja veće posljedice u mekom tkivu, ali ima problema kod nekih vrsta zaklona koje veći kalibri nemaju. Filozofija iza promjene kalibra je išla u tome smjeru da za istu masu vojnik može ponijeti mnogo više streljiva, te time može imati veću vatrenu moć i duže održavati istu.

**Tablica 1. Tehnička svojstva streljiva za automatske puške i puškostrojnice [4]**

NAZIV	5.45 x 39	7.62 x 39	5.56 SS109	5.56 M193	7.62 x 51mm	7.9 x 57mm
dužina čahure (mm)	39.5	38.6	44.7	44.5	51	57
dužina metka (mm)	56.7	55.8	57.4	57.3	69.8	80.6
masa zrna (g)	3.4	7.9	4.0	3.6	9.6	12.8
masa metka (g)	10.6	17	12.3	11.8	24	26.8
početna brzina zrna (m/s)	900	710	930	975	854	720
energija na ustima cijevi (J)	1385	2010	1708	1692	3519	3330

Tablica 1. prikazuje usporedbu nekoliko vrsta streljiva s obzirom na masu, duljinu i balistička svojstva. Zadnja dva metka se danas većinom koriste na puškostrojnicama. Tablica ne uzima u obzir duljinu cijevi kod prikaza balističkih svojstava. Iz tablice se vidi kako za jednaku masu streljiva, vojnik može ponijeti oko 40% više streljiva kalibra 5,56x45 nego 7,62x39, te gotovo dva puta više streljiva nego u kalibru 7,62x51.

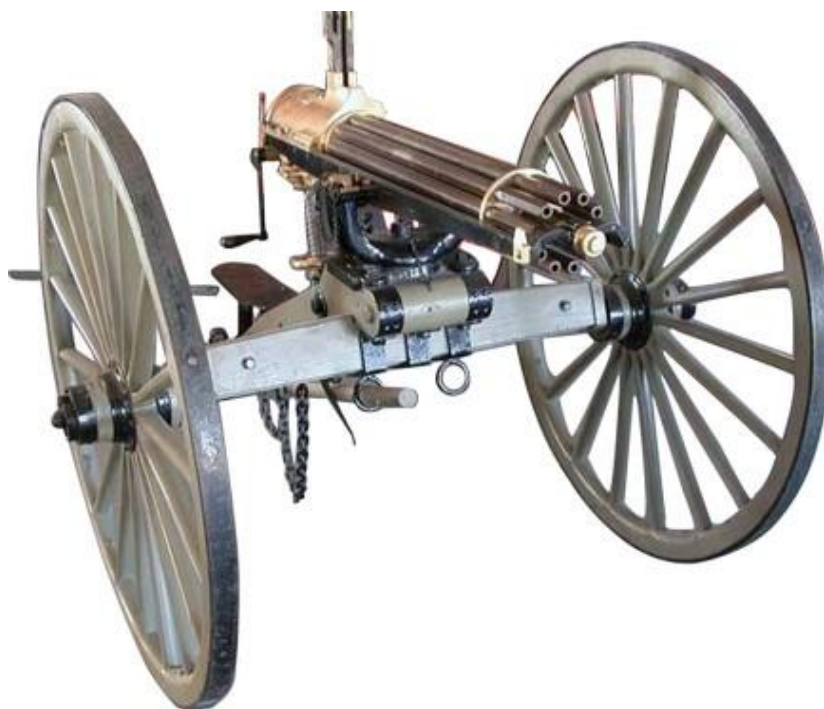
## 2.2. Pojava automatskog oružja

Od samih početaka vatrene oružja, uvidjelo se da strana koja ima veću vatrenu moć u pravilu ima veliku prednost i odnosi pobjede. Dok su se puške punile sa usta cijevi i dok su još bile neprecizne, vatrena moć se postizala velikim brojem pušaka u gustoj formaciji. Razvoj streljiva je omogućio punjenje sa strane barutne komore, što je ubrzalo punjenje i time povećalo vatrenu moć pojedinog oružja.

Kako bi se dalje povećala vatrena moć oružja, konstruirala su se oružja koja u sebi imaju mogućnost pohraniti više metaka, i time omogućiti gađanje dok god se metci ne potroše. To se riješilo na dva načina: više barutnih komora gdje se u svaku pohrani jedan metak (revolveri); te jedan spremnik u koji se pohrane metci, a prilikom svakog opaljenja se novi

metak iz spremnika mora ubaciti u barutnu komoru, a nakon ispaljenog metka se mora izbaciti iz barutne komore prije ubacivanja novog metka.

Primjer oružja koje koristi princip sličan revolveru je Gatlingova strojnica. Gatlingova strojnica je prvo oružje koje je konstruirano sa svrhom kako bi se povećala vatrena moć vojnih jedinica. Tvorac oružja je mislio kako će time smanjiti broj vojnika na bojnopolju i tako utjecati na smanjenje smrtnosti u sukobima. Karakteristika Gatlingove strojnice (slika 5.) je da koristi princip revolvera. Oružje ima više cijevi, a svaka cijev ima svoju barutnu komoru (pištolji revolveri imaju više barutnih komora, a samo jednu cijev). Oružje se nalazi na lafetu s kotačima, bilo je moguće pomoću konja i bila su potrebna dva vojnika kao operatera. Jedan vojnik je okretao ručicu koja je okretala cijevi i vršila opaljenja, a drugi vojnik je služio kao punilac, jer je oružje koristilo gravitacijske spremnike streljiva. Oružje nije bilo automatsko jer je operater morao okretati ručicu, no pokrenulo je svijest o velikoj vatrenoj moći i samo jednog komada oružja. No zbog svoje veličine i velike mase bilo je nepogodno za korištenje kao oružje pojedinca. To je bilo šezdesetih godina 19. stoljeća.



**Slika 5. Gatlingova strojnica [5]**

Kao oružje koje daje veću vatrenu moć pojedincu, pojavile su se repetirajuće puške. Prve repetirajuće puške pojavljuju se još u 17. stoljeću. Pošto do tada još nije bio izumljen sjedinjen metak, puške su morale imati dva spremnika; jedan za barut, a drugi za zrno.

Lorenzoni i Kalthoff puške potječu od sredine 17. stoljeća. Obje su kremenjače, ali rade na malo drukčijem principu. Lorenzoni puškom se radilo pomoću poluge koja se nalazi na lijevoj strani puške, a njenim pokretanjem se u cijev ubacila kugla, a zatim određena količina baruta, a istovremeno se puška zapinjala. Mogla je ispaliti do 7 hitaca prije nego se morala puniti. Kalthoff puška je radila tako da se pomicanjem štitnika obara a prema naprijed i natrag puška punila i zapinjala poput Lorenzini puške. Brzina gađanja nije dostignuta do polovice 19. st. izumom polužne repetirajuće puške. Lorenzini i Kalthoff puške nisu bile u širokoj upotrebi jer su u odnosu na puške punjene sa usta bile nemjerljivo kompliciranije i teže za proizvodnju, te samim time i skuplje, a istovremeno su zahtjevale i dobro obučenog strijelca.



**Slika 6. Kalthoff puška [6]**

U prvoj polovici 19. stoljeća se pojavljuju prve repetirajuće puške koje koriste streljivo sa metalnim čahurama. Postojalo je mnoštvo različitih načina rada takvih pušaka, ali među najstarijim sustavima su oni koji se koriste i danas. To su polužne repetirajuće puške, i repetirajuće puške kod kojih se rad mehanizma svodi na izravno rukovanje zatvaračem, u engleskoj nomenklaturi nazvane bolt-action (primjer puška M48). Repetirajuće puške omogućuju pojedincu ispaljivanje više hitaca prije punjenja, uz istovremeno zadržavanje gabarita i mase oružja kojima pojedinac može lako vladati.

Polužne repetirajuće puške rade tako da se pomicanjem poluge, koja ujedno služi i kao štitnik obarača, izbacuje čahura prethodno ispaljenog metka, zapinje puška i donosi se novi metak pred barutnu komoru.





**Slika 7. Polužna repetirajuća puška [7]**

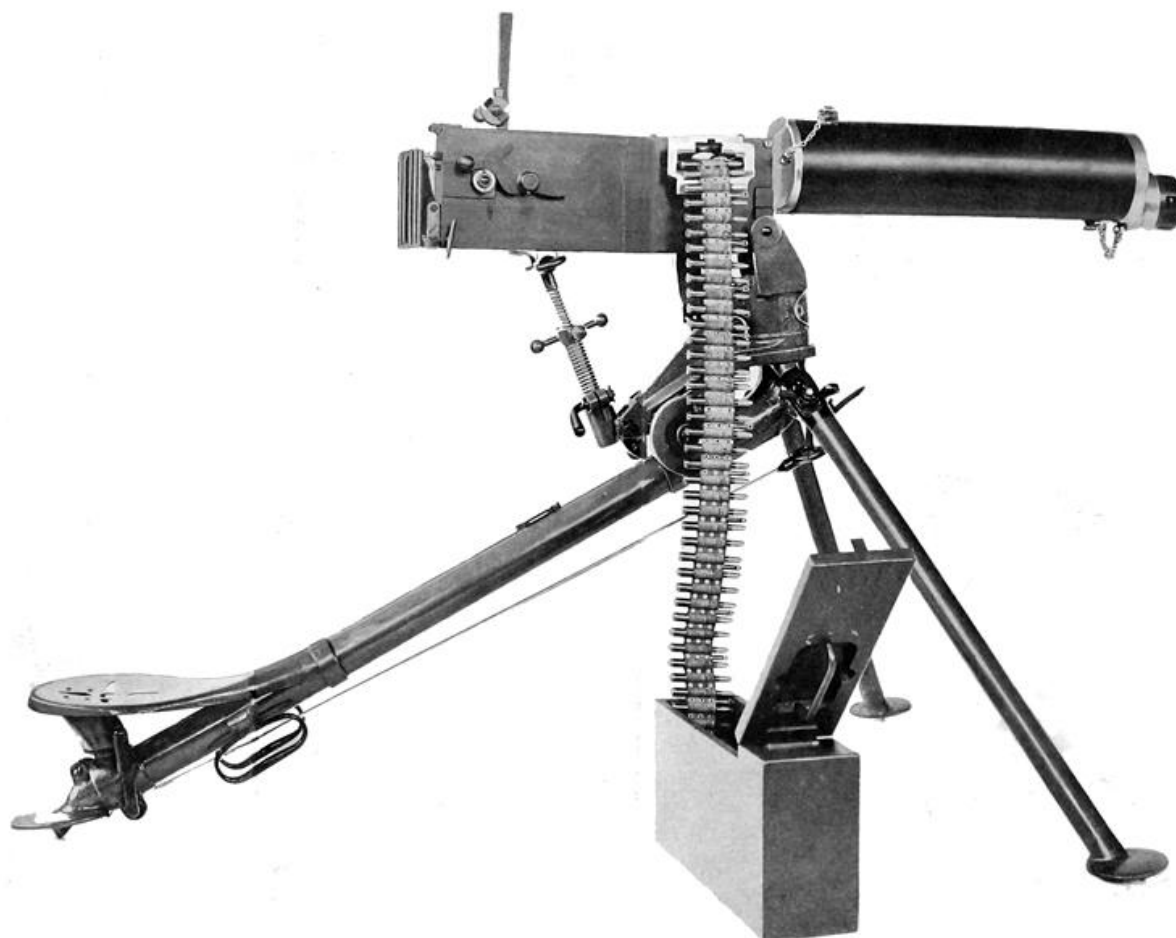
Vraćanjem poluge metak se ubacuje u cijev, te se priprema sustav za donošenje sljedećeg metka. Kod bolt-action puške se direktno pomiče i zatvara oružje prema natrag, tako se izbacuje čahura prethodno ispaljenog metka, a vraćanjem zatvarača u krajnji prednji položaj se u cijev ubacuje novi metak. Zapinjanje se vrši prilikom povlačenja zatvarača unatrag, ili prilikom vraćanja zatvarača u prednji položaj – ovisno o vrsti mehanizma.



**Slika 8. "Bolt-action" repetirajuća puška [8]**

Prilikom opaljenja se samo oko 30-35% ukupne energije sadržane u barutnom punjenju pretvara u koristan rad, tj. kinetičku energiju zrna. Prema tome, ostaje veliki dio energije koji

se ne iskoristi, a prvi koji je to iskoristio i konstruirao automatsko oružje je Hiram Maxim, poznat po svojoj Maxim strojnici (slika 9.).



**Slika 9. Maxim strojnica [9]**

Maxim je konstruirao ovo oružje 1884. godine i prodao ga svim europskim silama toga vremena. Maxim strojnica je koristila energiju trzaja oružja, tj. trzanje cijevi unatrag je prenosila na zatvara . Zatvara i cijev jedno vrijeme putuju zajedno, dok cijev ne do e do grani nika i vra a se u svoj prednji položaj. Zatvara nastavlja putovati unatrag sam. Glavna karakteristika Maximove strojnice je vodeno hla enje i korištenje redenika. Zbog svoje mase i redenika opsluživala ju je posada od dva vojnika. Nezgodno je kod mehanizma koji koristi trzaj cijevi i zatvara a što je sila trzaja prili no velika, a to se kompenzira raznim postoljima i na poslijetku ve om masom oružja.

Otprilike u isto vrijeme kada i Maxim, John Browning je konstruirao prvo uspješno oružje koje koristi dio barutnih plinova za automatski rad oružja. Radi se o strojnici koja se koristi

sa postolja, zrakom je hlađena i koristi mehanizam sličan polužnim repetirajućim puškama, ali poluga se pokreće pomoću barutnih plinova.



**Slika 10. Strojnica Browning M1895 [10]**

Na cijevi oružja je probušen provrt ispred usta cijevi. Kroz taj provrt barutni plinovi djeluju na polugu, koja kroz djelovanje sile pritiska barutnih plinova rotira oko svoje osovine te vrši izbacivanje čahure, zapinjanje oružja, a prilikom povratka se ubacuje novi metak u cijev. Zbog svoje mase je nepogodna za korištenje pojedincu.

Sljedeći korak je bio konstruirati automatsko oružje koje bi bilo lagano i prihvatljivih gabarita kako bi ga mogao koristiti pojedinac.

### **2.3. Stvaranje moderne jurišne puške**

Praktički u isto vrijeme kada su Maxim i Browning već plasirali svoje proizvode na tržište, talijanski inženjer Amerigo Cei-Rigotti konstruirao prvu poluatomatsku pušku, koja je odvodila dio barutnih plinova kako bi pokretala rad automatike. Mehanizam ima sličnost sa nekim suvremenim mehanizmima. Pušku je modificirao nekoliko puta između 1890. i 1900. godine. Zadnje verzije imaju sva obilježja modernih jurišnih pušaka. Pušku je testiralo nekoliko europskih vojski, ali zbog navodnih problema sa pouzdanošću nije bila prihvaćena. Postoji



anegdota da je streljivo korodiralo prilikom transporta, pa je zbog toga puška pokazale slabe rezultate prilikom testiranja. Zbog tog neuspjeha nije se proizvela u velikom broju komada i praktički je ostala zaboravljena.

Iz razdoblja Prvog svjetskog rata vrijedi još spomenuti puške Ribeyrolle 1918 i Fedorovov automat. Obje odgovaraju kriterijima koji opisuju jurišne puške, ali nisu ušle u masovnu proizvodnju i upotrebu prvenstveno zbog rigidnosti razmišljanja visokog ranga kadra u to vrijeme. Fedorovov automat radi na principu kratkog trzaja cijevi, a Ribeyrolle na principu slobodnog trzanja zatvarača. Takvi se mehanizmi danas ne koriste u konstrukciji jurišnih pušaka, jer su pokretni dijelovi prilično velikih masa, pa time povećavaju trzaj puške i smanjuju kontrolu prilikom automatske paljbe.



**Slika 11. Prva jurišna puška Cei-Rigotti [11]**

U vremenu između dva rata više je zemalja eksperimentiralo sa streljivom i konstrukcijama pušaka, a vrijedi spomenuti M1 karabin. M1 karabin je analogna konstrukcija M1 puške, ali koristi slabije streljivo. Radi na principu pozajmice plinova, kratkog trzaja klipa i bravljenja rotacijom zatvarača. Ne spada pod definiciju jurišne puške zbog konstrukcije streljiva, koje omogućuje efektivni domet do 200 metara. Ali ipak je bitna jer predstavlja zaokret u razmišljanju konstruktora i vojnog vrha.

Promjena načina ratovanja koje je demonstrirao Drugi svjetski rat, te studije tijekom samog rata pokazuju da se većina sukoba događala na udaljenostima do 300 metara, te da je ona strana sa većom vatrenom moći pobjeđivala. Iako su već postojale neke vrste tzv. streljiva srednje snage, tokom rata su Njemačka i SSSR razvile svoje streljivo s ciljem da se konstruira puška koja će najbolje ispuniti zahtjeve koji su izvedeni iz zaključaka studija. Tada nastaje Stg.44 (Sturmgewehr 44), puška koju se smatra prvom modernom jurišnom puškom (slika 12.).



**Slika 12. Stg.44 jurišna puška, prva moderna jurišna puška [3]**

Sam naziv puške doslovno preveden znači jurišna puška (njemački riječi *sturm* – oluja, u njemačkom vojnom žargonu označava juriš).

Stg.44 je puška koja je uvela prekretnicu i koja je prva, kao takva, bila masovno proizvedena i u velikom broju upotrijebljena na bojištu. Ukupno je proizvedeno 450 000 komada pušaka tokom rata u svim varijantama, a uglavnom se koristila na istočnoj bojištu. Za rad automatike koristi se odvojenjem barutnih plinova s kratkim trzajem klipa, a zatvara je klackajućeg tipa. Nakon rata su zemlje pobjednice uzeli na procjenu veličinu i broj primjeraka puške. U odnosu na moderne konstrukcije, razlikuje se samo po upotrijebljenim materijalima (drvo i čelik), zbog čega po današnjim standardima ima preveliku masu. Puška je, kao koncept, inspirirala konstruktore koji su nakon rata razvijali koncept jurišne puške.

U tom razvoju su neki nastavili sa klasičnim ustrojem gdje je spremnik streljiva i mjesto opaljenja ispred drške puške. Najpoznatiji predstavnici takve konstrukcije puške danas su puške AK-47 i M-16. Puška AK-47 je konstrukcija sovjetskog konstruktora Mihaila Kalašnikova, a potječe iz 1947 (slika 13.). godine. 1949. godine SSSR uvodi AK-47 kao standardno pištoljko oružje Crvene Armije. Iako postoji vanjska sličnost između AK-47 i Stg.44, unutrašnje ustrojstvo je bitno drukčije, pa svi komentari kako je AK-47 kopija Stg.44 zapravo nemaju podlogu u stvarnosti. AK-47 radi na principu odvojenja barutnih plinova, dugog hoda klipa, te bravljenja rotacijom zatvarača. Procjena je da je na svijetu izrađeno preko 90 milijuna komada puške AK-47 i njenih izvedenica. Novija verzija AK-74 je

standardno pješako oružje ruske vojske, a razne izvedenice AK-47 su u sastavu mnogih zemalja, jedna od njih je i Republika Hrvatska.



**Slika 13. Jurišna puška AK-47 [12]**

Puška M-16 je djelo američkog konstruktora Eugenea Stonera. Konstruirana je 1957. godine, ali proizvodnja kreće tek 1962. godine. Tijekom Vijetnamskog rata puška postaje standardno pješako naoružanje SAD-a. U periodu trajanja vijetnamskog rata sve više vojski svijeta kao osnovno naoružanje vojnika uvodi jurišnu pušku.

Osim klasične konstrukcije, u poratnom razdoblju Velika Britanija je eksperimentirala sa kompaktnom izvedbom jurišne puške. Karakteristika kompaktne konstrukcije je u tome što su spremnik streljiva i mjesto opaljenja smješteni iza rukohvata puške, a time se dobije kompaktno oružje jednakih balističkih svojstava kao klasično oružje, ali manjih dimenzija. Takvo oružje teorijski ima nešto veću taktičko-tehničku vrijednost, jer zadržava povoljna balistička svojstva klasične konstrukcije, a daje manevarske sposobnosti karabina. Prvi prototipovi se pojavljuju krajem 40-ih godina prošlog stoljeća, a poznati su kao EM-1 i EM-2. Iako kompaktna konstrukcija nije nepoznanica (pojavljuje se još početkom 20. stoljeća), takve puške nisu bile široko rasprostranjene. 1951. godine EM-2 (slika 14.) je prva puška kompaktne konstrukcije koja je uvedena u službu, doduše kratkotrajno. U isto vrijeme NATO konferencija o streljivu kao standard postavlja 7,62x51 mm. To je izbacilo iz upotrebe pušku koja je bila konstruirana za metak 7x43 mm. Zanimljivo je da su EM-1 i EM-2 imali integrirane optičke ciljnice sa malim povećanjem, nešto što danas prakticiraju proizvođači oružja u svojim novim konstrukcijama.



**Slika 14. Jurišna puška EM-2, bullpup konstrukcija [13]**

Današnje jurišne puške su u veini slučajeva derivati jurišnih pušaka nastalih polovicom prošlog stoljeća, a razlikuju se najviše u materijalima upotrijebljenim prilikom izrade i mogućnostima lakog stavljanja i skidanja taktičkih dodataka, te time povećavanjem taktičke tehnike vrijednosti samog oružja.

### 3. KONSTRUKCIJSKE ZNAJKE JURIŠNIH PUŠAKA

Jurišne puške su jedna od kategorija automatskog oružja. Odlika automatskog oružja je da ponavljaju proces opaljenja dok god ima streljiva u spremniku, ili dok se ne pusti obara. Razlike u konstrukcijama su vidljive izvana, ali i u unutarnjem ustrojstvu oružja.

Ako se promatra konstrukcija, jurišna puška se može razložiti na nekoliko glavnih dijelova i sklopova. Općenito se radi o cijevi oružja, mehanizmu obara, ciljni kom sustavu, povratnom sustavu sa zatvaračem, kušetu, usadniku i spremniku.

Kušeta služi kako bi se svi sklopovi spojili u jednu cjelinu i štiti radne dijelove od negativnih vanjskih utjecaja.

Cijev je glavni dio oružja, a služi kako bi projektilu predala dovoljnu količinu kinetičke energije, usmjerila ga prema cilju i stabilizirala putanju. Cijev preuzima najveća opterećenja prilikom opaljenja.

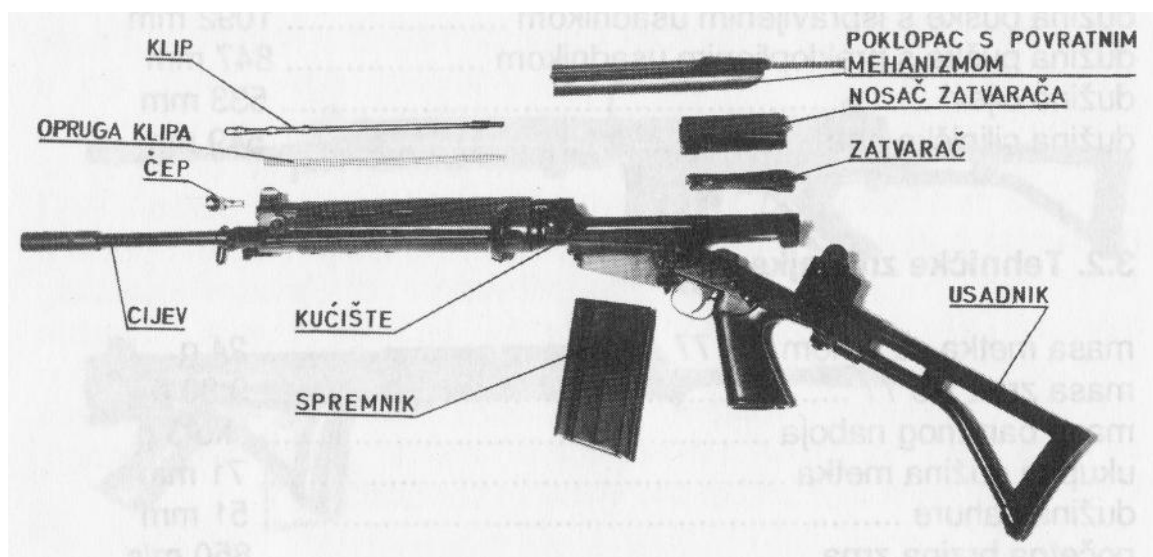
Mehanizam obara omogućuje proces opaljenja tako što pokret obara pretvara u udarac udarne igle u dnačure metka i time pokreće proces opaljenja. Selektor paljbe je vezan za mehanizam obara, te omogućuje biranje između poluatomatskog, automatskog i zaključanog stanja oružja.

Ciljni kom sustav omogućuje pravilno usmjeravanje oružja prema cilju, odnosno služi tome da se ciljni kanal i putanja projektila poklope na cilju i time osiguraju pogodak.

Povratni mehanizam sa zatvaračem se sastoji od povratnog mehanizma i zatvarača. Zatvarač ima višestruku ulogu. Prilikom kretanja iz zadnjeg u prednji položaj, on dohvaća novi metak iz spremnika i ubacuje ga u cijev. Prilikom opaljenja preuzima dio opterećenja koje se prenosi preko dnačure, a istovremeno služi za dobro brtvljenje cijevi kako se ne bi gubila energija barutnih plinova. Prilikom kretanja zatvarača prema zadnjem položaju, zatvarač treba izvući čahuru iz cijevi i ukloniti ju iz oružja. Povratni mehanizam prigušuje trzaj pomicanjem trzajnih dijelova unutar oružja i vraća zatvarač u prednji položaj i time omogućuje automatski rad oružja.

Usadnik, kako i sam naziv govori, služi kako bi se puška oslonila o rame, tj. usadila. Time se omogućuje vrst oslonac i lakše i preciznije ciljanje. Usadnik ujedno prenosi najveći dio trzaja oružja na rame strijelca. Konstrukcijom usadnika može se znatno smanjiti podizanje cijevi prilikom opaljenja i time znatno smanjiti ili potpuno ukloniti vrijeme potrebno za

ponovno zahva anje cilja u ciljnik. Pregled glavnih sklopova jurišne puške zornije je prikazan na primjeru automatske puške FAL (slika 15.).



**Slika 15. Automatska puška FAL [14]**

### 3.1. Vanjske zna ajke jurišne puške

Ako se promatra samo vanjski izgled jurišne puške, mogu se sve podijeliti u dvije kategorije: klasi ne i kompaktne (bullpup) jurišne puške.

Na prvi pogled, glavna razlika je u smještaju drške i spremnika streljiva. Kod klasi ne konstrukcije spremnik je ispred rukohvata, a kod kompaktne je obrnuto. Velika ve ina jurišnih pušaka ahure nakon opaljenja izbacuje na desnu stranu, dok samo manji dio novijih rješenja daju mogu nost izbacivanja i na lijevu stranu, a neka izbacuju ahure prema dolje ili prema naprijed. Kod klasi nih konstrukcija izbacivanje ahura na stranu nije toliki problem ako se puška prebaci sa desnog na lijevo rame, jer se izbacivanje ahura odvija na dovoljnoj udaljenosti ispred lica korisnika, no kod kompaktnih konstrukcija predstavlja opasnost po strijelca. Izbacivanje ahura prema dolje ili prema naprijed omogu uje da se kompaktna puška može koristiti jednako sa oba ramena bez preinaka.

Težište kod klasi ne konstrukcije je ispred rukohvata, pa cijela puška ima tendenciju rotirati oko rukohvata tako da cijev pada prema tlu. Kod kompaktne puške težište je ili iznad rukohvata ili iza, bliže ramenu, takav raspored pak pogoduje ve em podizanju cijevi prilikom opaljenja. Klasi na konstrukcija je izvedena tako da su mjesta prihvata udaljenija od tijela nego kod kompaktne puške, na ramena strijelca djeluje ve i moment, pa se u slu aju dulje izmjene vatre strijelac brže umara, a što negativno utje e na borbenu u inkovitost pojedinca.

Nedostatak u odnosu na kompaktnu pušku je i u tome što je veći gabarita u odnosu na duljinu cijevi. Ako se ista puška koristi na mjestima gdje je ograničen prostor, to veli inače predstavlja problem prilikom rukovanja i manevriranja. Ako se pak skрати cijev, tada se smanjuje učinkovitost oružja jer se smanjuje iskorištenje barutnog punjenja. Klasična konstrukcija pak omogućuje lakšu i bržu izmjenu spremnika. Dobro istrenirani pojedinac može izvršiti zamjenu praznog spremnika bez gubitka cilja iz ciljnika. Prednost klasične konstrukcije je što ima prostora za dužu povratnu oprugu koja se opire trzaju mehanizma oružja, te tako može više prigušiti trzaj prilikom opaljenja. Na prvi pogled se čini da kompaktna puška omogućuje dužu cijev u kompaktnijem pakiranju, a sa druge strane ima mnogo mana. Istina je da se dobrom konstrukcijom kompaktne puške mogu minimizirati ili čak i eliminirati nedostaci, a zadržati prednost duge cijevi i kompaktnijih dimenzija.

### 3.2. Unutarnje značajke i konstrukcija puške

Automatsko oružje mora ispuniti uvjet da se opaljenje događa dok god je pritisnut obarač, ako ima streljiva u spremniku. Za automatski rad oružja se može koristiti dio energije barutnih plinova ili vanjski izvor u vidu motora. Pošto je jurišna puška namijenjena pojedincu, dodatni motor i napajanje bi bespotrebno povećali masu i gabarite oružja, te dodali još elemenata koji se mogu pokvariti.

Automatski rad oružja podrazumijeva:

- udaranje udarne igle u dno čahure, čime se pokreće proces opaljenja
- izvlačenje i izbacivanje čahure iz oružja
- zapinjanje udarnog mehanizma
- izvlačenje novog metka iz spremnika i ubacivanje istog u cijev oružja

Iste radnje se odvijaju i kod oružja koje ne radi automatski, ali smisao automatskog oružja je pojedine radnje automatizirati i ubrzati. Teoretska brzina gađanja oružja ovisi o više faktora. Na neke je moguće utjecati kod konstrukcije oružja, a na neke ne. Brzina gađanja ovisi o značajkama streljiva i značajkama konstrukcije oružja. Pošto se oružje konstruira oko streljiva, onda se na brzinu gađanja utječe različitim konstrukcijskim zahvatima na oružju. Praktična brzina gađanja ovisi o dodatnim faktorima kao što su izmjena spremnika streljiva, vrijeme potrebno za zahvat cilja, zamjena cijevi, hlađenje cijevi itd. Praktična brzina gađanja je uvijek manja od teorijske.

Iskorištavanje energije barutnih plinova za automatski rad postoji u više oblika. Svo automatsko oružje koje ne koristi vanjski izvor energije za automatski rad može se svrstati u dvije glavne skupine. Prva skupina je oružje koje koristi trzanje pojedinih dijelova oružja, a druga skupina je oružje koje koristi posebni kanal preko kojeg se odvodi dio barutnih plinova koji omogu uju automatski rad - oružje s odvo enjem barutnih plinova.

### **3.2.1. Automatsko oružje koje za rad koristi trzanje dijelova oružja**

Kod svih automatskih oružja odre eni dijelovi ili sklopovi se pod utjecajem barutnih plinova naglo pomi u, odnosno trzaju. Trzanje tih dijelova se iskorištava za automatski rad oružja. Pod ovu skupinu spada sve automatsko oružje kod kojeg se trzaj dijelova proizvodi djelovanjem tlaka barutnih plinova na dno kanala cijevi.

Prema dijelovima puške koji se prilikom opaljenja pomi u može se takvo oružje staviti u etiri skupine:

- 1) automatsko oružje s dugim trzajem cijevi
- 2) automatsko oružje s kratkim trzajem cijevi
- 3) automatsko oružje sa slobodnim trzajem zatvara a
- 4) automatsko oružje s odgo enim trzajem zatvara a

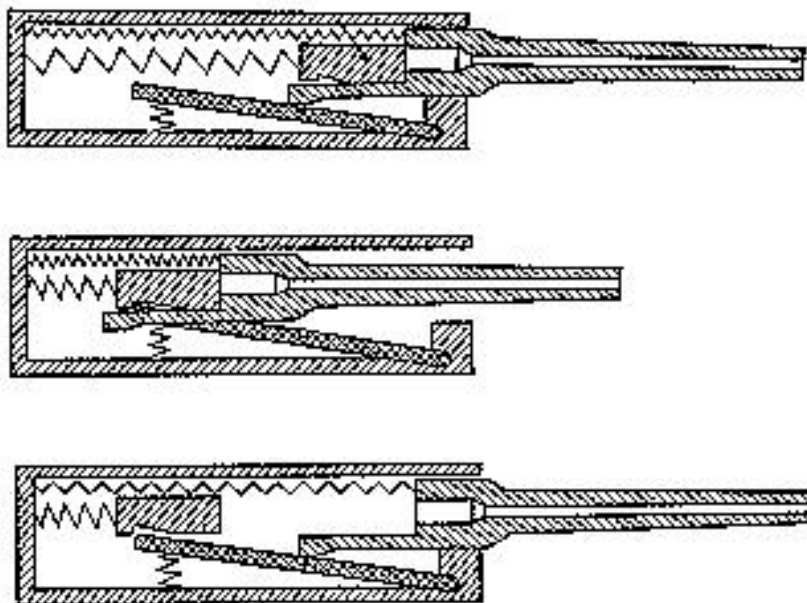
#### **3.2.1.1. Automatsko oružje s dugim trzajem cijevi**

Topovi koji koriste ve e kalibre i montiraju se na postolja esto se konstruiraju s ovakvim principom automatskog rada. Za ovakvu konstrukciju je karakteristi no to što cijev nije u vrstoj vezi s ku ištem i omogu eno joj je aksijalno gibanje. Takva konstrukcija se op enito radi zbog smanjenja optere enja na ku ište, ili postolje, ili lafet oružja. Zatvara i cijev se tako konstruiraju da se zatvara zabravi za cijev. esto se na usta cijevi montiraju ubrziva i trzaja, koji dodatno iskoriste plinove na ustima cijevi za ubrzanje trzaja, u cilju pouzdanog rada oružja ili pove anja brzine ga anja.

Prilikom opaljenja barutni plinovi djeluju na zrno i na cijev. Zrno pokre u prema naprijed, a tlak barutnih plinova koji djeluje na dno kanala cijevi preko dna ahure, ujedno djeluje i na zatvara koji je zabavljen za cijev. Po tre em Newtonovom zakonu akcije i reakcije, na cijeli sklop cijev-zatvara i na zrno djeluje ista sila, no zbog razlike u masama imaju razli ito



ubrzanje. Zbog mnogo manje mase u odnosu na cijev i zatvara, zrno dobiva mnogo veće ubrzanje.

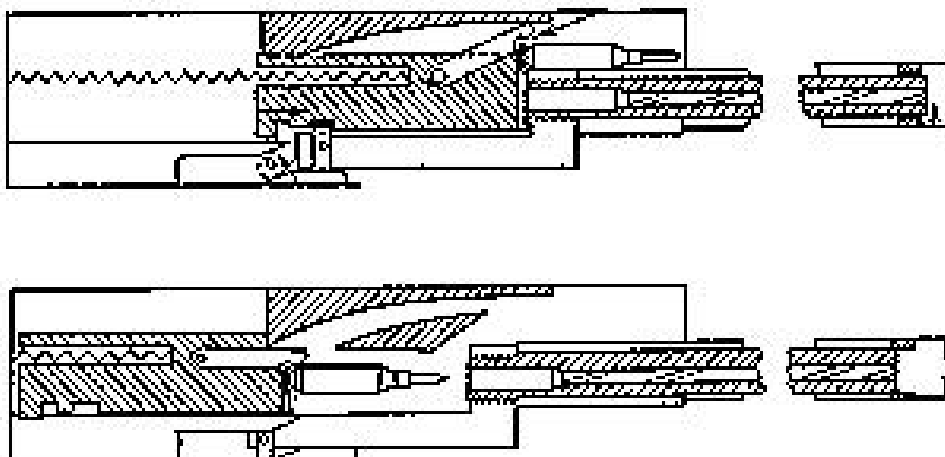


Slika 16. Princip rada oružja s dugim trzajem cijevi [15]

Dugi trzaj cijevi se odnosi na to što prilikom opaljenja cijev i zatvara zajedno trzaju prema natrag do grani nika. Tada se zatvara odbravi od cijevi i zadržava zadržati u tom položaju. Cijev i zatvara imaju svaki posebne povratne opruge ili hidropneumatske povratne cilindre. Prilikom povratka cijevi u prednji položaj, ahura se izbacuje iz oružja. Zbog velike mase trzaju ih elemenata i posljedi no tome male brzine paljbe, takav princip rada se rijetko susreće kod pješakog naoružanja, a često je korišten kod mornaričkih topova.

#### 3.2.1.2. Automatsko oružje s kratkim trzajem cijevi

Ovakav način rada je mnogo rašireniji kod pješakog naoružanja, prvenstveno kod pištolja, puškostrojnice i strojnice s velikim kalibrom. Prvi puta se pak pojavio na strojnici. Glavna razlika u odnosu na prethodni mehanizam je u tome što cijev putuje prema natrag za duljinu koja je manja od duljine metka. Zatvara može, ali i ne mora biti zabavljen za cijev. Zatvara i cijev jedno vrijeme putuju zajedno, dok cijev ne dođe do grani nika, a zatim zatvara nastavlja trzaj prema natrag samostalno.



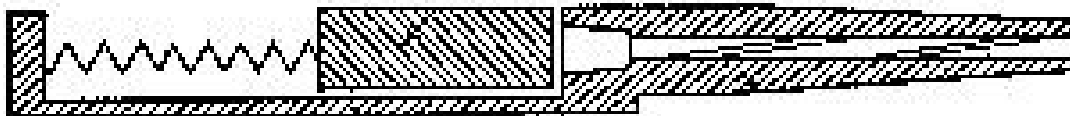
Slika 17. Princip rada oružja s kratkim trzajem cijevi, M2 Browning strojica [16]

esto se kod ovakvih oružja koristi ili ubrziva trzaja zatvarača, ili usporiva trzaja cijevi, a bitno je zbog izvlačenja čahure iz cijevi i uklanjanja iz oružja. Kada zatvarač dođe u zadnji krajnji položaj, kreće prema naprijed i tom prilikom ubacuje novi metak u cijev. Ovisno o mehanizmu, cijev može biti u zadnjem ili prednjem položaju do trenutka kada zatvarač ubaci metak u nju.

Trzajne mase su relativno velike pa se zbog toga ne konstruiraju jurišne puške s takvim načinom rada.

### 3.2.1.3. Automatsko oružje sa slobodnim trzajem zatvarača

Kod ovakvog oružja cijev je vrsto vezana sa kućištem. Značajka ovakve vrste oružja je prilično masivan zatvarač, koji se na nikakav način ne bravi za cijev ili kućište, nego se prilikom opaljenja slobodno se kreće unatrag. Prilikom trzanja unatrag izvlači čahuru i izbacuje ju iz oružja, a prilikom povratka u prednji položaj ubacuje novi metak u cijev.



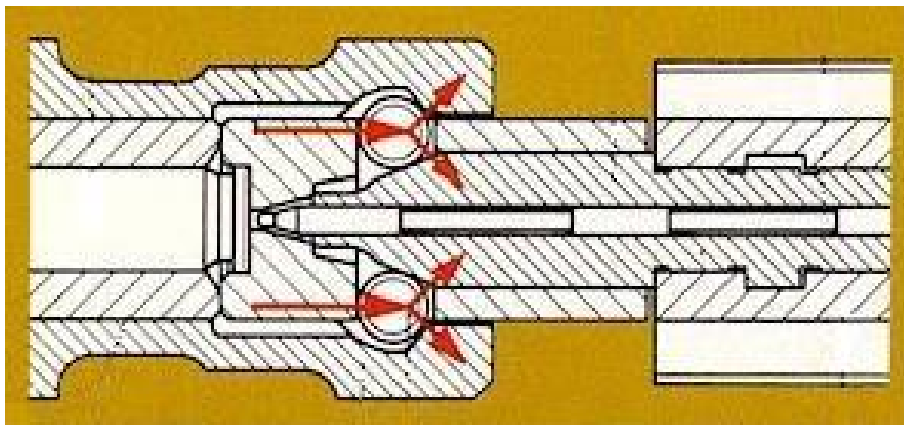
Slika 18. Princip rada oružja sa slobodnim trzajem zatvarača [17]

Ovakav sustav je uobičajen kod strojnica s pištoljskim kalibrom metka, jer ne razvijaju tlakove kao pušani kalibri. Kada bi se jurišna puška konstruirala s ovakvim sustavom, masa zatvarača bi bila prevelika, a osim što bi cijelo oružje bilo preteškim, sam trzaj zatvarača bi uinio oružje nepraktičnim za automatsku paljbu. Ovakav sustav je konstrukcijski najjednostavniji i vrlo je pouzdan, ali mana je velika masa zatvarača, koja mora biti velika kako bi se barutni plinovi mogli dovoljno iskoristiti za ubrzanje zrna.

#### 3.2.1.4. Automatsko oružje s odgođenim trzajem zatvarača

Značajka ovakve konstrukcije je da se trzanje zatvarača na neki način odgodi dok tlak u cijevi ne padne na sigurnu razinu. Zatvarač kod ovakvih oružja nije jednodjelni. Odgođanje trzaja se može riješiti na više načina, ali najpoznatiji danas korišteni je sustav s valjci i ima njemačke tvrtke Heckler und Koch, te sustav zatvarača s polugom koji se koristi na francuskoj jurišnoj puški FAMAS.

H&K sustav koristi trodjelni zatvarač koji nosi valjci i e. Zatvarač se sastoji od nosa i glave zatvarača, glave zatvarača i dijela za bravljenje.



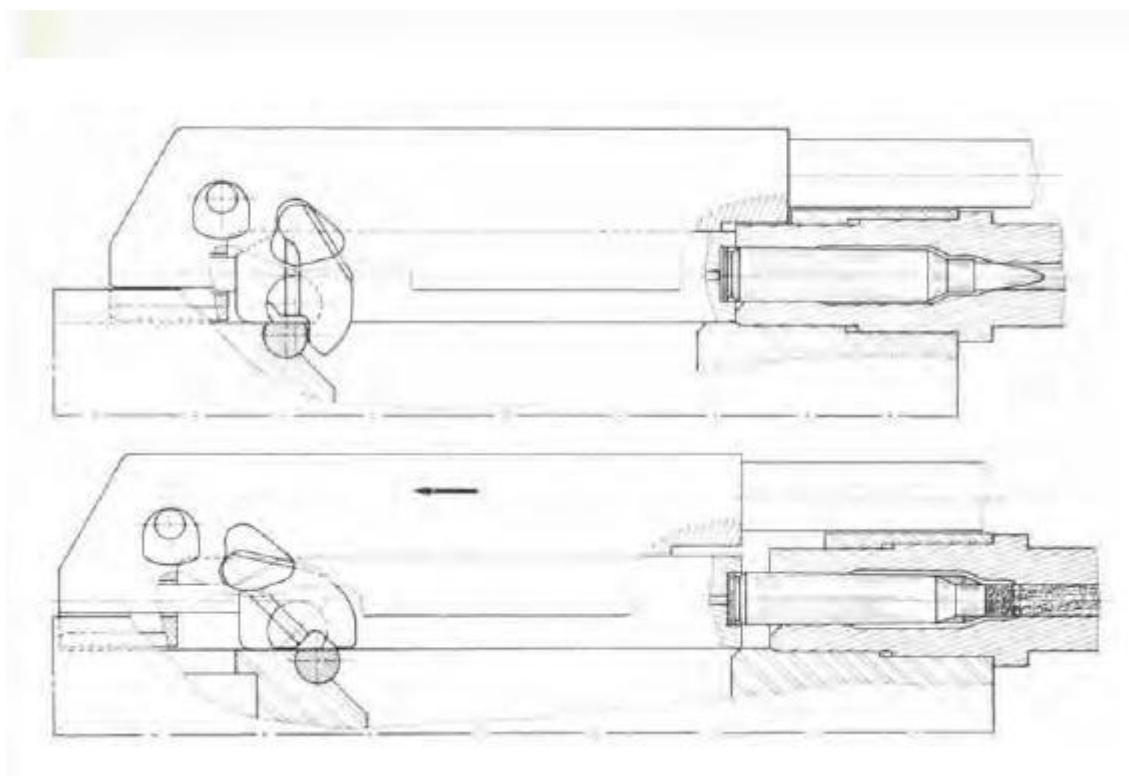
Slika 19. Odgođanje trzaja zatvarača valjcima, puška H&K G3 [18]

U krajnjem prednjem položaju, kad je puška spremna za opaljenje, valjci i su smješteni djelomično u utor nosa i cijevi, a djelomično se oslanjaju na konusni dio dijela za bravljenje. Prilikom opaljenja, tlak barutnih plinova preko glave zatvarača djeluje na valjci i e, koji silu barutnih plinova prenose na zidove nosa i cijevi i konusni dio dijela za bravljenje. Cijeli sklop je konstruiran da se oko 75% sile trzaja prenese na nosa i cijevi. Impuls sile barutnih plinova gurne dio za bravljenje prema natrag, i kada valjci i upadnu u prostor zatvarača, tada

se i glava zatvarača pomiče prema natrag. Glava zatvarača izvlači ahuru i pomoću izbacača na mehanizmu za opaljenje izbacuje ahuru iz oružja.

Puška G3 po definiciji ne spada u jurišne puške jer ne koristi streljivo srednje snage.

Primjer odgode trzaja zatvarača polugom je puška FAMAS (slika 20.). Sustav čine zatvarač, nosač zatvarača i poluga. U krajnjem prednjem položaju poluga stoji uspravno, i oslanja se jednim krakom na kućište. Drugi krak se oslanja na zatvarač i na nosač zatvarača. Prilikom opaljenja zatvarač zakreće polugu oko oslonca, a tom momentu se protivi moment na vrhu kraka poluge kojeg stvara inercija nosača zatvarača. Kada se poluga dovoljno zakrene, cijeli sustav se slobodno kreće prema zadnjem položaju. Prilikom kretanja prema natrag zatvarač izvlači ahuru iz cijevi. Prilikom povratka u prednji položaj zatvarač donosi novi metak u ležište cijevi, a zatim u prednji položaj dolazi i nosač zatvarača koji onda zakreće polugu u položaj kada je puška spremna za opaljenje.



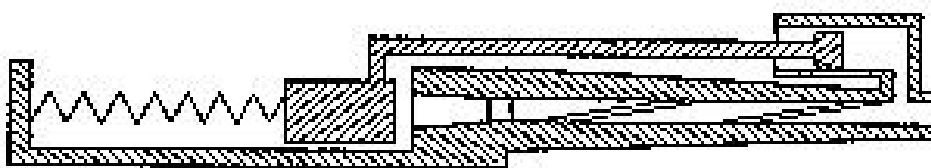
**Slika 20. Polugom odgođeno trzanje zatvarača, puška FAMAS [19]**

Prednosti konstrukcija s odgođenim trzajem zatvarača u odnosu na prethodno navedene je u tome što zatvarač i cijeli sustav koji osigurava odgođeno trzanje može biti manjih dimenzija i mase. U odnosu na zatvarač kod sustava sa slobodnim trzajem zatvarača, cijeli sklop

zatvara a zbog odgode trzaja ima manju masu, a istovremeno omogućuje ispaljivanje metaka sa jačim punjenjem, pa je pogodan za izradu jurišnih pušaka.

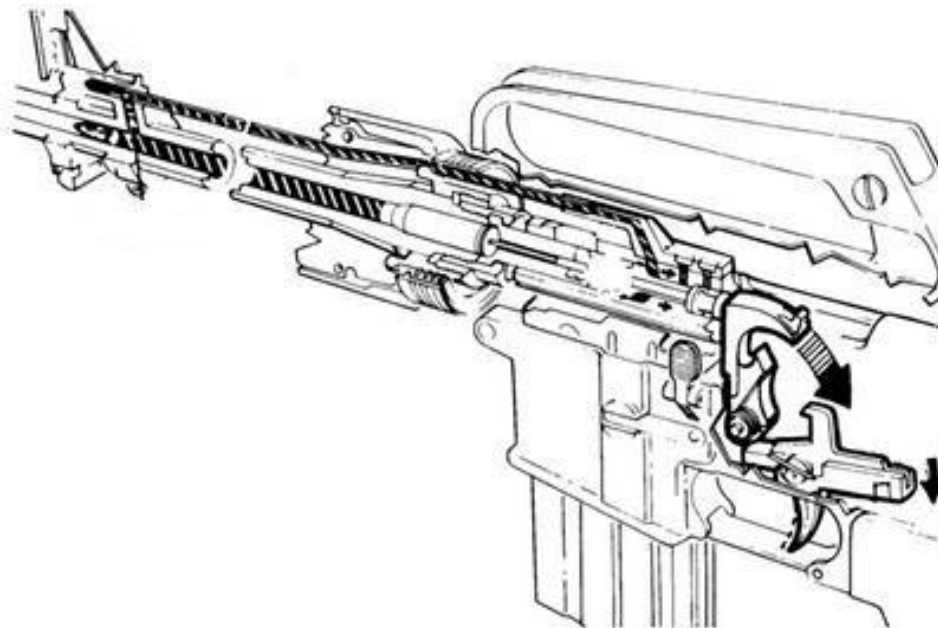
### 3.2.2. Automatsko oružje s odvojenjem dijela barutnih plinova

Velika većina jurišnih pušaka je konstruirana tako da radi na ovome principu. Ovakva konstrukcija se razlikuje od prethodno opisanih po tome što barutni plinovi ne djeluju izravno na dno kanala cijevi i tako pokreću u rad automatiku, nego posredno preko posebnog kanala za odvođenje plinova izvedenog na određenoj dužini cijevi.



Slika 21. Načelo rada oružja s odvojenjem barutnih plinova [20]

Takva konstrukcija uvodi nove elemente unutar oružja i može se smatrati da je nešto kompliciranija nego prethodno navedeni sustavi. Pokretanje rada automatike se odvija tako da barutni plinovi kroz poseban kanal posredno ili neposredno djeluju na nosač zatvarača. Neposredno djelovanje barutnih plinova na nosač zatvarača u kućište puške upuhuje plinove pod visokim tlakom i temperaturom, a ujedno unosi i neistovremeno nastale izgaranje baruta. Takav sustav nema regulator plinova. Posredno djelovanje barutnih plinova se izvodi pomoću klipa koji se nalazi unutar cijevi plinskog sustava za pokretanje automatike. Ovaj tip rada koristi velika većina jurišnih pušaka. U odnosu na sustav s neposrednim djelovanjem barutnih plinova, ovaj sustav ima prednost u vidu manjeg toplinskog naprezanja radnih dijelova puške i mnogo manjeg stupnja unošenja neistovremeno nastalih izgaranje baruta mehanizmu radne dijelove puške, a posljedica tome osigurava veću pouzdanost i zahtjeva manje održavanja. Prednost sustava s neposrednim djelovanjem plinova je u tome što je manja masa trzajnih dijelova, te oružja ukupno zbog nedostatka klipa, te potencijalno manja cijena izrade oružja jer je teoretski potrebno izraditi manje dijelova.



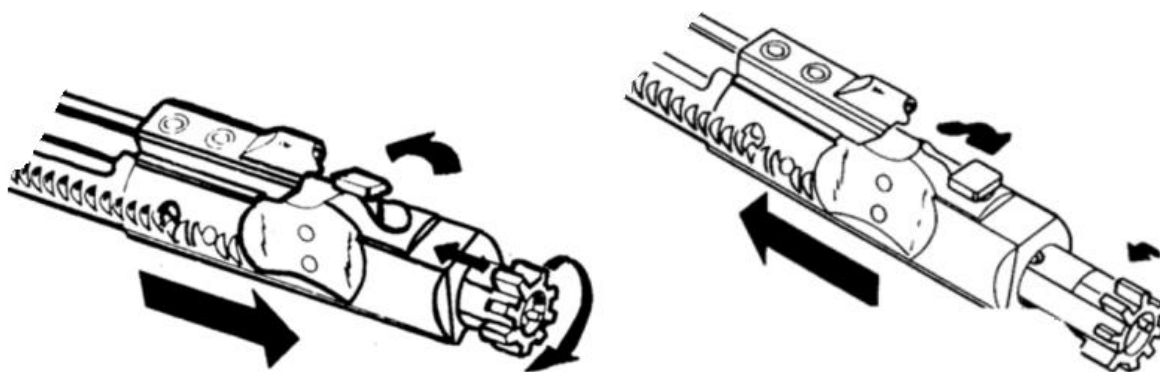
**Slika 22. Puška s odvojenjem plinova i izravnim djelovanjem plinova na nosač zatvarača [21]**

Kod sustava s posrednim djelovanjem plinova razlikuju se dva načina rada: dugi i kratki hod klipa. Kod oružja s dugim hodom klipa, nosač zatvarača i klip su uvrstoj vezi, te tako klip ima hod koji je duži od duljine metka, jer tijekom hoda u natrag treba izvaditi čahuru iz cijevi, a tijekom hoda u naprijed mora ubaciti novi metak u ležište cijevi. Kod sustava s kratkim hodom klipa, nosač zatvarača i zatvarač nisu vezani. Prilikom opaljenja odvedeni plinovi predaju impuls klipu koji se pomakne za određenu udaljenost unutar svog cilindra i prenese taj impuls nosaču u zatvarača. Nosač zatvarača zatim nastavlja put u zadnji položaj, a klip se pod utjecajem opruge vraća u svoj prednji položaj. Prednost kod sustava s kratkim hodom klipa je manja masa trzajućih elemenata, a time se povećava kontrola oružja prilikom automatske paljbe. Prednost sustava s dugim hodom klipa je nešto veća pouzdanost jer klip na nosaču zatvarača djeluje cijelim putem, što povećava pouzdanost kada je više nakupljenih čahura u oružju prilikom dulje izmjene vatre.

Značajka ovakvih sustava oružja je i nepomičan cijev i vrsto bravljenje zatvarača. Zatvarač se zabravi ili zaključuje ili za cijev, a veza se ostvaruje oblikom, te tako omogućuje bolje bravljenje i manju masu zatvarača i nosača zatvarača.

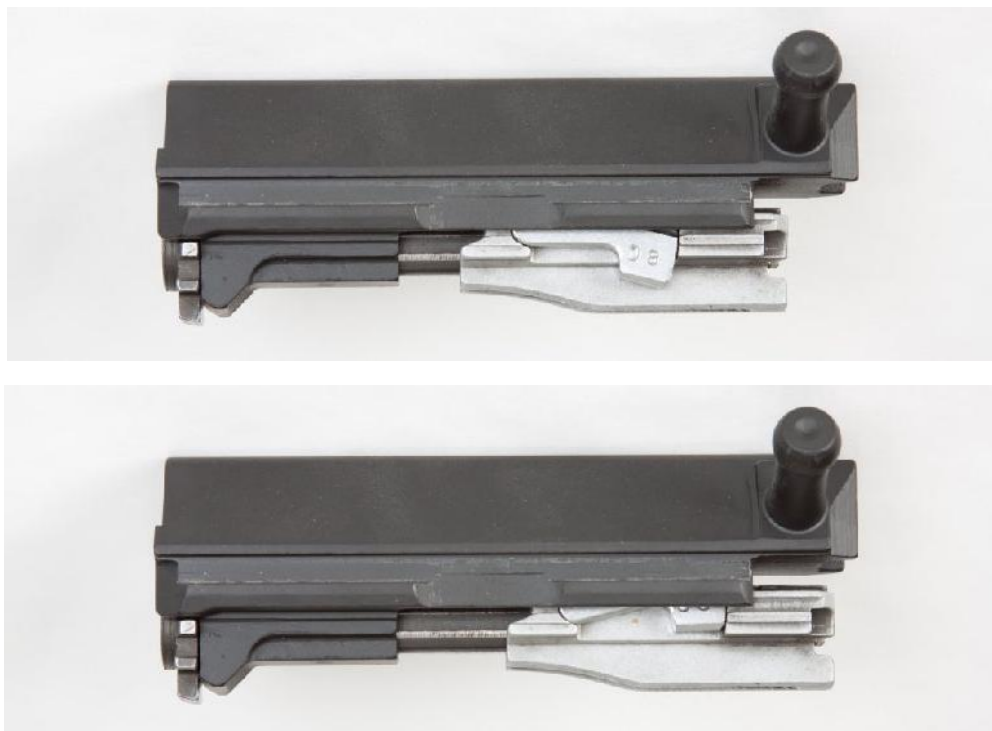
Druge velike razlike se odnose na način na koji se odvija bravljenje zatvarača. Većina jurišnih pušaka ima zatvarače koji se brave rotacijom. Bravljenje se odvija na sljedeći način: zatvarač na kraju ima izveden određeni broj izdanaka, koji se prilikom pomicanja zatvarača u

prednji položaj poravnaju sa utorima na cijevi ili na ku ištu. Kad zatvara do e u svoj krajnji prednji položaj, nosa zatvara a putuje prema svom krajnjem prednjem položaju, te tom prilikom zakre e zatvara za odre eni dio kruga pomo u spiralnog utora na zatvara u ili nosa u zatvara a. U zabravljenom položaju izdanci zatvara a su poravnati sa izdancima na elementu za bravljenje na ku ištu ili na cijevi puške. Nakon opaljenja, odvedeni plinovi djeluju posredno ili neposredno na nosa zatvara a, tako da isti kre e prema svom zadnjem položaju, pri tome pomo u spiralnog utora zakre u zatvara i time ga odbravljaju, nakon ega zatvara i nosa zatvara a putuju prema zadnjem položaju.



**Slika 23. Zabavljivanje (lijevo) i odbravljivanje (desno) zatvara a rotacijom [22]**

Osim rotacijskog zatvara a raširen je, ali u mnogo manjoj mjeri i klackaju i zatvara . Kod ove vrste zatvara a, cijeli zatvara , ili samo jedan njegov dio se klackaju im pokretom bravi i odbravljuje. Dio koji je zadužen za bravljenje se upire na izdanke za bravljenje na ku ištu, a odbravljivanje se odvija tako da nosa zatvara a prilikom gibanja u svoj zadnji položaj podigne ili zatvara ili dio za bravljenje i tako omogu i i zatvara u povratak u zadnji položaj. Prilikom opaljenja Zatvara i nosa zatvara a su u prednjem položaju. Tlak barutnih plinova nastoji preko dna ahure pomaknuti zatvara prema natrag, ali reakcijska sila na mjestu bravljenja se tome opire. Tek kada zrno u cijevi pro e mjesto odvoda plinova, tlak barutnih plinova izravno, ili neizravno djeluje na nosa zatvara a i pomi e ga prema natrag. Na svom putu prema natrag nosa zatvara a zakre e dio za bravljenje, ili pak cijeli zatvara , ime se gubi kontakt dijelova za bravljenje na ku ištu i zatvara u, te tada i zatvara po inje s gibanjem prema natrag.



**Slika 24. Klackaju e bravljenje zatvara a, zabravljeno (gore) i odbravljeno (dolje) [23]**

Princip rada svih jurišnih pušaka se temelji na jednom od prethodno opisanih, a razlike su u razli itim konstrukcijskim rješenjima. Zanimljivo je da ve ina postoje ih pušaka i onih koje se razvijaju koriste iste principe koji su se koristili i po etkom 20. stolje a. Proizvo a i uglavnom koriste ve dokazane sustave, a ini se da e tako i ostati dok god se oruđe temelji na kemijskoj energiji baruta.



#### 4. POSTOJEĆA KONSTRUKCIJSKA RJEŠENJA JURIŠNIH PUŠAKA

Jurišna puška je temeljno pješako naoružanje u gotovo svim vojskama svijeta. Procjenjuje se da samo jurišnih pušaka AK-47 i derivata ima preko 90 milijuna u cijelome svijetu, a sveukupan broj jurišnih pušaka se broji u stotinama milijuna. Većina njih su u upotrebi u raznim vojnim i redarstvenim postrojbama, a proizvođači oružja stalno razvijaju nove puške i poboljšanja na postojećim kako bi si osigurali mjesto na tome golemom tržištu.

Vojska je najveći korisnik jurišnih pušaka, u većini država svijeta uz policijske snage i jedini legalni. Kroz povijest je uvijek bilo karakteristično da je vojska prilično inertna u uvođenju novih i nedokazanih sustava, a najviše se to odražuje u uvođenju novog pješakog naoružanja. Razlog je najvjerojatnije u tome što svaka vojna djelatna osoba mora znati koristiti bar temeljno pješako naoružanje u sastavu vojske, a to zahtjeva određenu obuku. Svaka obuka košta, a svako oružje zahtjeva obuku u vidu korištenja, održavanja i remonta. Dakle, uvođenje novog pješakog oružja veće mnogo veće troškove od same cijene koštanja puške. Zbog takve politike, većina postojećeg naoružanja u sastavima vojnih i policijskih jedinica, te novo razvijanog ima izvor u konceptima razvijenim na temelju studija iz Drugog svjetskog i Korejskog rata, kada su se na bojnom polju susretale dvije tehnike i strateški podjednako jaka protivnika koji se bore na otvorenom polju.

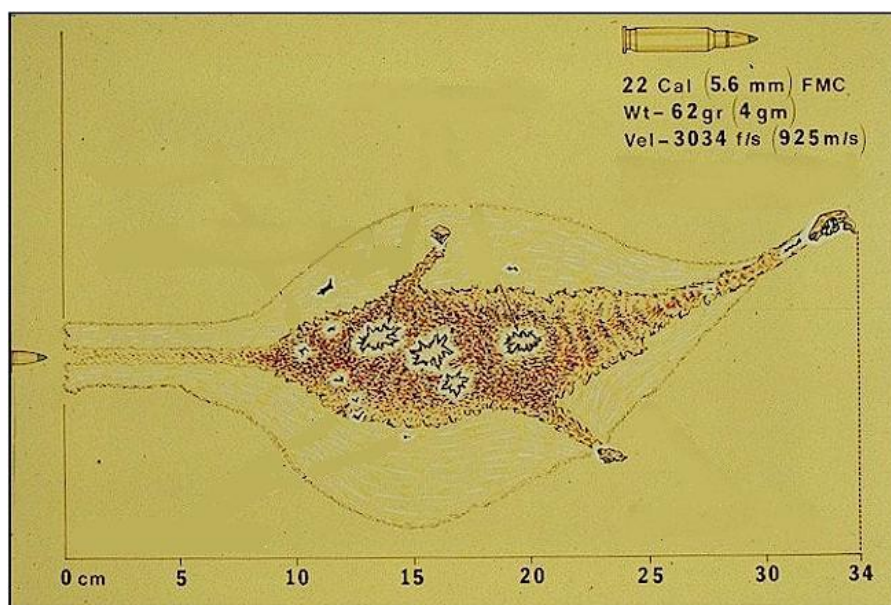
Svi trenutni sukobi se mogu opisati kao asimetrični, odnosno sukob dvaju protivnika od kojih jedan ima izrazitu tehnološku i materijalnu premoć. Zbog toga se težište sukoba preselilo u urbane sredine, gdje teška tehnika gubi veliki dio svojih prednosti. Urbano borbeno polje daje posebne pogodnosti i izazove za sukobljene strane. Postoji veliki broj mjesta za zaklon i skrivanje, borbe se odvijaju u totalnom 3D okruženju, a udaljenosti mogu biti takve da borba bude prsa o prsa, pa do više stotina metara.

Sve to stavlja posebne zahtjeve na oružje, koji su često suprotstavljeni. Tako puška mora biti pogodna za blisku borbu, ali i na udaljenostima od nekoliko stotina metara, treba biti kompaktnih dimenzija zbog lakšeg manevriranja, i mora vojniku omogućiti uinkovito korištenje zaklona bez obzira na orijentaciju (treba omogućiti jednako korištenje s oba ramena), te treba pružiti dobru kontrolu pri automatskoj paljbi.

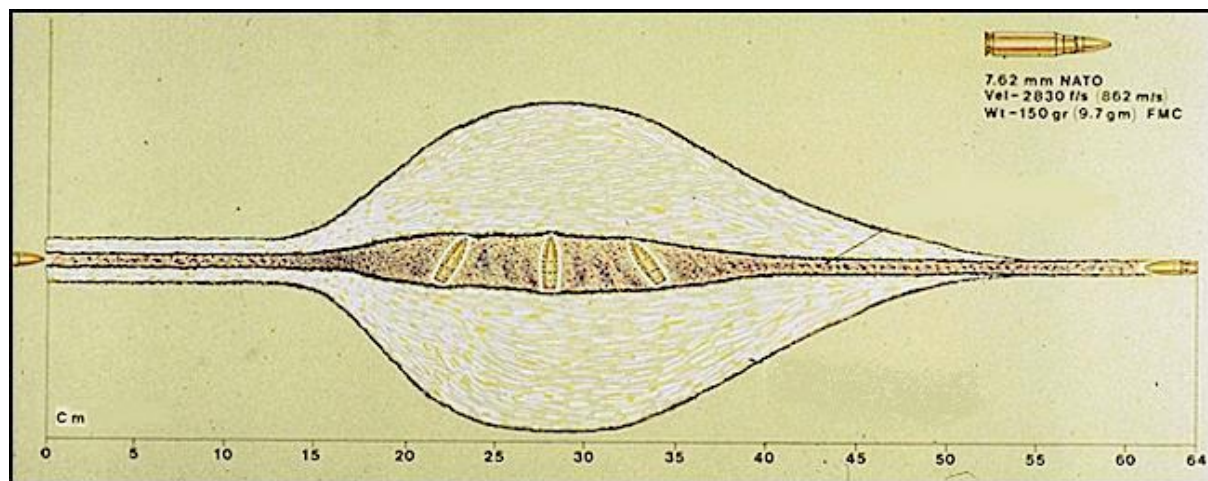
U daljnjem tekstu će biti prikazano nekoliko jurišnih pušaka koje su u aktivnoj službi u zemljama NATO saveza, te neke puške koje su još u razvoju, a koje imaju određena dobra

rješenja kako bi se puška mogla uspješno prilagoditi urbanom na inu ratovanja. Konstrukcijske značajke koje su bitne za kasniju usporedbu su na in rada, duljina puške, duljina cijevi, te masa praznog oružja.

NATO savez je zbog logistike uveo standardizaciju. Tako danas postoje dva standardna kalibra za pješaka naoružanje: 5,56x45 mm i 7,62x51 mm. 5,56 metak je standardni kalibar za osnovno pješaka naoružanje i oružje za potporu desetine. 7,62 metak se najviše koristi kao streljivo za puškostrojnice i spregnute strojnice na oklopnim vozilima. 5,56 metak je odabran prvenstveno zbog povećanja vatrene moći i pojedinca i desetine, jer pojedinac može ponijeti više streljiva za istu masu borbenog kompleta. Terminalna balistika oba metka pokazuje da u određenim uvjetima 5,56 ostavlja veća oštećenja na mekom tkivu i time povećava mogućnost da se protivnika brže izbaciti iz stroja. Ako se oba metka ispaljuju iz oružja standardne duljine cijevi od 20 cala, odnosno 508 mm, zrno metka 5,56 se ubrzo nakon udarca u meko tkivo raspada na veći broj fragmenata. Zbog te fragmentacije izaziva mnogo veća oštećenja od onih ekvivalentnog. 7,62 metak pak nakon određenog puta kroz tkivo počinje se okretati u smjeru okomitom na svoju uzdužnu os. Rupa u tkivu koja ostane kao trajno oštećenje je veća kod metka 5,56 pod uvjetom da metak se metak fragmentira. Duljina cijevi izravno utječe na početnu brzinu zrna, te na putanju zrna nakon što napusti cijev. Skraćivanje cijevi osim smanjenja početne brzine zrna, smanjuje stabilnost zrna u letu, te na istoj udaljenosti daje veći pad metka, što znači veće rasipanje pogodaka na cilju.



**Slika 25. Djelovanje 5,56 standardnog NATO metka na balisti ki gel, cijev 508 mm [24]**



Slika 26. Djelovanje 7,62 standardnog metka na balisti ki gel, cijev 559 mm [24]

Tablica 2. Ovisnost brzine, kineti ke energije i putanje zrna o duljini cijevi puške za standardni 5,56x45 mm standardni NATO metak [25]

5.56mm M855									
Granica fragmentacije 2700 fps (M16: 120 yd / 16": 90 yd / M4: 65 yd)									
Udaljenost (yds)	Brzina (ft/sec)			Energija (ft-lbs)			Parabola (upucano na 50 yd)		
	M16	16"	M4	M16	16"	M4	M16	16"	M4
0	3095	2989	2907	1318	1230	1163	-2.6	-2.6	-2.6
25	3009	2906	2826	1246	1162	1099	-1.2	-1.2	-1.2
50	2925	2825	2748	1178	1098	1039	0.0	0.0	0.0
75	2844	2746	2671	1113	1038	982	0.9	0.9	0.9
100	2765	2670	2597	1052	981	928	1.6	1.5	1.4
125	2688	2596	2525	994	927	877	2.0	1.8	1.7
150	2613	2524	2454	940	877	829	2.0	1.8	1.6
175	2540	2453	2386	888	828	784	1.8	1.4	1.2
200	2470	2385	2320	840	783	741	1.2	0.7	0.3
225	2401	2319	2255	793	740	700	0.3	-0.4	-0.9
250	2334	2254	2192	750	699	662	-1.0	-1.9	-2.6
275	2269	2191	2131	709	661	625	-2.8	-3.8	-4.7
300	2206	2131	2072	670	625	591	-4.9	-6.2	-7.3
350	2085	2014	1958	598	558	528	-10.5	-12.4	-14.0
400	1971	1903	1851	535	499	472	-18.1	-20.8	-23.0
450	1863	1799	1749	477	445	421	-28.0	-31.5	-34.5
500	1760	1700	1653	427	398	376	-40.3	-44.9	-48.8

Tablica 2. opisuje ovisnost brzine zrna, kineti ke energije zrna, te to ke parabole putanje zrna o duljini cijevi oružja. Veli ine su prikazane od usta cijevi do udaljenosti od 500 jardi, a razmak između u to aka je 25 jardi. Jedinice su imperijalne. 1 ft/sec odgovara 0,305 m/s, 1ft-lb odgovara 1,356 J, 1 jard je 0,914 m. To ke parabole putanje su uzete tako da se ciljna linija i putanja zrna poklope na udaljenosti od 50 jarda. Granica sigurne fragmentacije zrna je 2700 ft/s, što je otprilike 820 m/s, a što je brzina manja sve manje e zrna fragmentirati. Kad brzina

padne ispod 770-780 m/s zrna više ne e fragmentirati, te je efekt zrna na cilju uvelike smanjen. To zna i da je efektivni domet fragmentacije zrna na cilju za dugu cijev do otprilike 180 metara, a za karabin oko 120-130 metara. Za strijelca je jako bitno da neutralizira cilj što prije i na što ve oj udaljenosti kako ne bi ugrozio svoju sigurnost, a duga cijev tu mogu nost daje na 50% ve oj udaljenosti od kratke cijevi.

#### 4.1. Jurišna puška M16

Jurišna puška M16 i njene varijante su u sastavu mnogih vojski svijeta, a prvenstveno u Amerikama i jugoisto noj Aziji, te djelomi no na Bliskom Istoku. Razvoj je po eo krajem pedesetih godina prošlog stolje a, a u službu je uvodi vojska SAD-a 1964. godine. To je bila prva puška u aktivnoj vojnoj službi koja je bila konstruirana za manji, lakši i brži metak. U po etku je bilo mnogo kritika jer se pokazala kao nepouzđano oružje, ali kroz modifikacije streljiva i puške, te uz redovito održavanje, pokazuje se kao prili no pouzdano oružje.



Slika 27. Ina ice puške M16: A1, A2, M4 karabin, A4, odozgo prema dolje [26]

Danas su aktualne tri varijante puške, dvije puške standardne duljine cijevi i karabin verzija. Dvije puške sa dugom cijevi se razlikuju samo u detalju da jedna verzija omogu uje osim poluautomatske i automatsku paljbu, a druga omogu uje poluautomatsku paljbu i paljbored od

tri metka. Materijali od kojih su izrađene puške su jednaki, a komponente su u velikoj mjeri izmjenjive između verzija.

Kućište puške je izrađeno od aluminijske cijevi, udarna igla i dijelovi mehanizma za opaljenje, te cijev za odvođenje plinova su čelični, a usadnik i rukohvati su od polimernih materijala. Kućište se sastoji od dva dijela koji se međusobno sastavljaju pomoću elastičnih zatika. Na gornjem dijelu kućišta te na pomoćnom rukohvatu su montirane Picatinny tračnice koje omogućuju dodavanje raznih taktičkih dodataka. Rukohvat za nošenje oružja kod nove verzije se može skidati, a na njoj se nalazi diopterski stražnji ciljnik. Umjesto njega se može staviti stražnji diopterski ciljnik ili optički ciljnik. Stražnji mehanički ciljnik je L oblika i ima dva položaja: 0-300 m, te 300-400 m.

Puška je prvenstveno konstruirana za gađanje s desnog ramena. Otvor za izbacivanje ahura je na desnoj strani puške, a kontrola načina paljbe je na lijevoj strani puške iznad rukohvata lako dostupna palcu desne ruke, a gumb za otpuštanje spremnika je na desnoj strani puške na dohvatač kažiprsta. Zapaljač je smještena na u središnjoj vertikalnoj ravni puške na vrhu kućišta sa stražnje strane. Na kućištu se još nalazi gumb za potiskivanje nosača i zatvarača u prednji položaj, ako se nije vratio sam.

Puška radi na principu odvođenja barutnih plinova s izravnim djelovanjem na nosača i zatvarača, te bravljenjem zatvarača rotacijom. Kad je puška spremna za opaljenje, cijev za odvođenje barutnih plinova jednim svojim dijelom se nalazi u utoru nosača i zatvarača. Prilikom opaljenja, kada zrno prođe otvor za odvođenje plinova, plinovi kroz cijev dolaze do nosača i zatvarača i ulaze u njegov kanal. Tlak struje plinova djeluje na stijenke kanala nosača i zatvarača, a unutar nosača i zatvarača ekspanziraju između nosača i zatvarača i stražnjeg dijela zatvarača. Ekspanzija plinova i udaranje na zidove zakrivljenog kanala nosača i zatvarača potiskuju nosača i zatvarača prema natrag. Prilikom gibanja prema natrag, spiralni utor nosača i zatvarača djeluje na zatikač zatvarača i time zakreće cijeli zatvarač, a istovremeno se plinovi evakuiraju iz oružja. Odbavljeni zatvarač i nosač i zatvarač pod djelovanjem inercije putuju u stražnji položaj, a tijekom tog procesa zatvarač izvlači ahuru iz cijevi i izbacuje ju iz oružja. Prilikom vraćanja nosača i zatvarača u prednji položaj, zatvarač izvlači novi metak iz spremnika, stavlja ga u cijev, te se zatim zabravi kada nosač i zatvarač sjedne u svoj prednji položaj.

Kada se ispali posljednji metak iz spremnika, donosač metka podigne dio za zadržavanje zatvarača, te tako nosač i zatvarač ostanu u stražnjem položaju. Kada se ubaci novi spremnik, pritisne se poluga zadržavača i zatvarača i sklop zatvarača-nosača unosi novi metak u cijev i puška



je spremna za opaljenje. Ovakav na in omogu uje držanje cilja u ciljniku prilikom izmjene spremnika.

Karabin verzija je po unutrašnjem ustroju gotovo identi na, a razlika je samo mjesto na kojem se odvođe plinovi, koje je zbog duljine cijevi bliže ku ištu puške. Iz vana su vidljive razlike u duljini cijevi, te karabin verzija standardno dolazi s usadnikom podesivim po dužini.

#### **Bitne takti ko-tehni ke zna ajke:**

- **na in rada:** odvo enje plinova, izravno djelovanje plinova na nosa zatvara a, bravljenje rotacijom zatvara a
- **duljina:** M16A4 – 1003 mm; M4 – 757 mm s uvu enim usadnikom, 838 mm s izvu enim usadnikom
- **duljina cijevi:** M16A4 – 508 mm, korak uvijanja žlijeba 178 mm; M4 – 368 mm, korak uvijanja žlijeba 178 mm
- **masa praznog oružja:** M16A4 – 3,26 kg; M4 – 2,77 kg

#### **4.2. Jurišna puška Steyr AUG**

Jurišna puška Steyr AUG je jedna od prvih pušaka kompaktnog dizajna koja je uvedena u službu i ostala u službi više desetlje a, odnosno koristi se i danas. Razvoj je po eo šezdesetih godina prošlog stolje a, a austrijska vojska je uvodi u službu 1977. godine kao osnovno standardno pješa ko oružje.



**Slika 28. Puška Steyr AUG A1 [27]**

Na prvi pogled izvana, puška je simetrična, tj. lijeva i desna strana puške su identične, ali zapinjala je na lijevoj strani puške. Prva verzija ima integrirani optički ciljnik (povećanje 1,5x) u ručici za nošenje puške koja je pri vršenju za kušite oružja, a novije verzije su opremljene Picatinny tračnicama koje omogućuju montiranje ciljnika izravno na kušite puške ili na ručicu za nošenje koja se može skidati. Integrirani optički ciljnik ima pomoćni mehanički ciljnik gdje je stražnji ciljnik V zarez, a prednji je vertikalna igla. U praksi je zbog prekratke ciljne linije taj ciljnik gotovo beskoristan.

Kušite puške je izrađeno iz dva dijela. Dio u kojem se nalaze radni dijelovi puške su izrađeni od aluminijskog lijeva s elinim ojačanjima na vodilicama nosača i zatvarača, te mjestu bravljenja zatvarača. Ostatak kušite, koji služi kao usadnik i rukohvat, je izrađeno od staklenim vlaknima ojačanoj poliamida. Ovisno o taktici kojim namjeni puške, prednji rukohvat je preklopiv i okomit na cijev puške u vertikalnoj ravnini, ili kao prednji rukohvat služi bacač 40 mm granata.

Na puški je zanimljivo riješen selektor načina paljbe. Ovisno koliko se pritisne obarač, puška ispaljuje samo jedan metak, ili vrši opaljenje dok god se drži obarač pritisnutim. Ako se obarač pritisne do polovice duljine puta, onda se ispaljuje pojedinačno, ako se pak obarač pritisne do kraja, tada puška vrši automatsku paljbu. Gumb kojim se puške se nalazi iznad rukohvata, na dohvata palca. Kada gumb strši s desne strane oružja puška je zaključena, a kada strši na lijevoj strani puška je spremna za gađanje. Gumb u zaključenom stanju spriječi pomicanje obarača.

Puška radi na principu odvođenja barutnih plinova, kratkog hoda klipa i bravljenja rotacijom zatvarača. Nosač zatvarača ima dvije vodilice koje se smještaju u kanale sa strana cijevi oružja. Vodilicu na desnoj strani prilikom opaljenja pomiče klip plinskog sustava i tako ju gura prema natrag. Nosač u gibanju prema natrag zakreće zatvarač, zatim se nosač i zatvarač translatorno gibaju prema natrag, izbacuju praznu čahuru iz oružja i istovremeno ga zapinju. Prilikom translacije prema naprijed zatvarač zahvaća novi metak iz spremnika, ubacuje ga u cijev i pri tom sjeda na zadnjak cijevi. Nosač zatvarača nastavlja translaciju prema naprijed i rotira zatvarač i tako ga zabravi. U tom trenutku je puška ponovno spremna za opaljenje.

Spremnik je kapaciteta 30 ili 42 metka i napravljen je od prozirnog polimera otpornog na udarce, a to pomaže kod praćenja stanja streljiva prilikom borbe.

Proizvođa pušku proizvodi i prodaje u kompletu s pet cijevi u dva kalibra, te adapter za spremnik i tri zatvarača. Tri cijevi su u kalibru 5,56x45 mm, a jedna u kalibru 9x19 mm.

Cijevi su brzo izmjenjive, a prilikom korištenja cijevi kalibra 9 mm, mora se ugraditi poseban adapter u utor za spremnik kako bi se mogli primati spremnici za streljivo tog kalibra, ali i da se omogući ubacivanje metka u cijev, te se ugrađuje jednostavni zatvarač za sustav rada slobodnog trzanja zatvarača. Također u kompletu dolazi još jedan zatvarač kako bi se puška mogla prilagoditi gađanju s lijevog ramena, budući da otvore za izbacivanje ahura ima s obje strane.

#### **Bitne taktičko-tehničke značajke:**

- **način rada:** odvojenje plinova, djelovanje plinova na klip s kratkim hodom, bravljenje rotacijom zatvarača
- **duljina:** 790 mm sa standardnom cijevi; 690 mm s karabin cijevi; 630 mm s kratkom cijevi; 900 mm s teškom cijevi (oružje za potporu desetine); 665 mm s cijevi u kalibru 9x19 mm
- **duljina cijevi:** standardna cijev - 508 mm, korak uvijanja žlijeba 229 mm; karabin cijev – 407 mm, korak uvijanja žlijeba 229 mm; kratka cijev – 350 mm, korak uvijanja žlijeba 229 mm; teška cijev – 621 mm, korak uvijanja žlijeba 229 mm; cijev kalibra 9 mm – 420 mm, korak žlijeba 250 mm
- **masa praznog oružja:** 3,8 kg sa standardnom cijevi; 3,6 kg s karabin cijevi; 3,55 kg s kratkom cijevi; 4,85 kg s teškom cijevi; 3,5 kg u kalibru 9x19 mm.

#### **4.3. Jurišna puška FAMAS**

FAMAS je jurišna puška kompaktne konstrukcije, koja je razvijena i stavljena u službu u isto vrijeme kada i puška Steyr AUG. Najveći korisnik je francuska vojska, a u službu ulazi 1978. godine. Od tada do danas je na puški napravljeno nekoliko preinaka, a najnovija verzija je FAMAS G2.





**Slika 29. Jurišna puška FAMAS, verzija G2 [28]**

Razlikuje se od većine modernih jurišnih pušaka po tome što radi na principu odgo enog trzanja zatvara a. Trzaj zatvara a je odgo en polugom. Kada je puška spremna za opaljenje, zatvara i nosa zatvara a su u krajnjem prednjem položaju. Poluga je H oblika, te je u vertikalnom položaju kad je puška spremna za opaljenje. Duži krak je jednim dijelom oslonjen na zatvara , a vrh tog kraka je oslonjen na nosa zatvara a. Kra i krak se naslanja na izdanke na za to predvi ena mjesta na ku ištu. Prilikom opaljenja barutni plinovi potiskuju zatvara prema natrag, no otpor opruge nosa a zatvara a i inercije nosa a zatvara a na vrhu poluge se tome opire. Daljnjim djelovanjem plinova zatvara potiskuje i zakre e polugu, te tako ubrzava gibanje nosa a zatvara a. Kad se poluga zakrene do kraja, tada se zatvara i nosa zatvara a slobodno gibaju prema natrag, a do tada je tlak plinova u cijevi pao na sigurnu razinu. U gibanju prema natrag zatvara izvla i ahuru iz cijevi i izbacuje ju iz oružja. Prilikom povratka u prednji položaj, zatvara dohva a novi metak iz spremnika i povratkom u prednji položaj ga ubacuje u cijev. Svoje gibanje u prednji položaj nastavlja nosa zatvara a, pritom zakre u i polugu u vertikalni položaj. Tada je puška spremna za ponovno opaljenje.

Ku ište puške je izra eno od elika, a usadnik i rukohvati su od polimera oja anog staklenim vlaknima. Rukohvati i usadnik se za ku ište u vrš uju zaticima. Puška dolazi s ugra enim nožicama za ga anje u leže em položaju, te sa skriva em bljeska koji ujedno služi i kao nastavak za tromblon te s ciljnicima za tromblon. Nožice pove avaju masu praznog oružja za 5%, ali daju mnogo stabilniju platformu za ga anje ako se puška osloni na njih. Tromblonski nastavak daje ograni enu mogućnost upotrebe puške u protuoklopne svrhe, ali daje ve i efekt na cilju od baca a 40 mm granata ukoliko se koristi rasprskavaju a mina.

Kontrola na ina paljbe, zapinja a i gumb za osloba anje spremnika su jednako dostupni objema rukama jer su smješteni po vertikalnoj osnoj ravnini puške. Otvori za izbacivanje ahura su na obje strane puške, pa se ista može prilagoditi ga anju s oba ramena.

Ciljni ki sustav je dio ku išta. Zadnji ciljnik je diopterskog tipa, a prednji ciljnik je vertikalna igla. Na ku ište se montira ru ica za nošenje puške, ciljnici se "skriju" u prednju i stražnju stranicu ru ice. G2 verzija puške na ru ici za nošenje ima integriranu Picatinny tra nicu za montiranje takti kih dodataka. U ru icu za nošenje je ugra en stražnji ciljnik za ispaljivanje tromblona kad se tromblon ispaljuje izravno na cilj. Ciljnik za neizravno ispaljivanje tromblona se nalazi ispod ru ice za nošenje. U tom slu aju se puška bo no usadnikom postavi na tlo. Ciljnik za neizravno ispaljivanje tromblona ima dvije postavke 45° ili 75°, a putanja mine potsje a na putanju mine ispaljene iz minobaca a. Za ispaljivanje tromblona potreban je poseban metak bez zrna.



**Slika 30. Ispaljivanje tromblona neizravnom putanjom [19]**

**Bitne takti ko-tehni ke zna ajke:**

- **na in rada:** polugom odgo eno trzanje zatvara a
- **duljina:** 757 mm
- **duljina cijevi:** 488 mm, korak uvijanja žlijeba 229 mm
- **masa praznog oružja:** 3,8 kg s montiranim nožicama, 3,61 kg bez nožica

#### 4.4. Jurišna puška Beretta ARX-160

Puška Beretta ARX-160 je nova konstrukcija talijanske tvrtke Berreta. Na prvi pogled radi se o jurišnoj puški klasične konstrukcije. Radi na principu odvojenja barutnih plinova, kratkog trzaja klipa i bravljenja zatvarača rotacijom, što je sustav koji se koristi kod najvećeg broja modernih jurišnih pušaka. Ono zbog čega je puška zanimljiva su inovativna rješenja koja su implementirana na konstrukciji.



**Slika 31. Jurišna puška Beretta ARX-160 s usadnikom razvučenim na maksimalnu duljinu, te Trijicon ACOG optičkim ciljnikom [29]**

Kućište puške se sastoji od dva dijela, gornjeg i donjeg. Rukohvati su integralni dio kućišta, a cijelo kućište je izrađeno od polimera otpornog na udarce. Metalni dijelovi su cijev, plinski sustav i mehanizam za opaljenje. Svi su spojevi izvedeni pomoću kop i umjesto zatika, što omogućuje brzo rastavljanje, a smanjuje rizik od gubitka dijelova. Konstrukcija omogućuje i brzu izmjenu cijevi pritiskom na gumb. Puška se prodaje s cijevima u dvije dužine.

S ergonomijske strane puška je vrlo dobro osmišljena, jer su sve kontrole lako dostupne, a smještene su simetrično pa je potpuno svejedno s kojeg se ramena puca. Usadnik je preklopiv i podešiv po dužini, što omogućuje lakše rukovanje unutar vozila, ali i bolje podešavanje prihvata puške. Otvori za izbacivanje čahura su smješteni simetrično na obje strane puške.

Zatvarač ima dva izvlakača, koji ujedno služe i kao izbacivači. Izvlakači su smješteni dijametralno na zatvaraču. Prilikom odbravljenja i translacije zatvarača prema natrag, oba izvlakača drže čahuru pomoću zvojih zubaca. U položaju kada je zatvarač odbravljen, izvlakači su u takvom položaju da stoje jedan nasuprot drugog u horizontalnom smjeru, tako da je svaki okrenut jednom otvoru za izbacivanje čahura. Kada zatvarač dolazi u zadnji položaj, jedan od izvlakača udara u pomični blok, pri tom se pomiče prema naprijed, te se

tako stvara spreg, a koji se javlja zbog sile izvlaka a koji se pomi e prema naprijed na rub ahure i sile zupca izvlaka a koji drži rub ahure na dijametralno suprotnom kraju ahure. Na stražnjoj strani ku išta puške, s obje strane, nalazi se provrt kroz kojeg se može staviti vrh metka 5,56x45 mm ili drugi šiljati predmet, a koji služi tome da se promijeni položaj bloka za izbacivanje, te se time odlučuje na koju e se stranu izbacivati ahure. Tako er je mogu e mijenjati i položaj ru ice zapinja e, tako da ona može viriti na lijevoj ili desnoj strani puške, te se na taj na in puška prilago ava ga anju s oba ramena.

Puška je jako prilagodljiva raznim taktičkim zadacima, budu i da je ku ište opremljeno s četiri Picatinny tra nice. Na gornjoj strani ku išta je montirana jedna Picatinny tra nica gotovo cijelom dužinom. Tri manje tra nice su postavljene sa strana i na donjoj strani, na prednjem kraju ku išta. Puška nema vrsto vezane mehani ke ciljnice ili integriran optički ciljnik, nego se oni montiraju na gornju Picatinny tra nicu ovisno o potrebi.

#### **Bitne taktičko-tehni ke zna ajke:**

- **na in rada:** odvo enje barutnih plinova, kratki trzaj klipa, bravljenje zatvara a rotacijom
- **duljina:** 920 mm s razvu enim usadnikom i duljom cijevi; 855 mm s uvu enim usadnikom i duljom cijevi; 680 mm s preklopljenim usadnikom i duljom cijevi; 820 mm s razvu enim usadnikom i kra om cijevi; 755 mm s uvu enim usadnikom i kra om cijevi; 580 mm s preklopljenim usadnikom i kra om cijevi
- **duljina cijevi:** 406 mm dulja cijev, korak uvijanja žlijeba 178 mm; 305 mm kra a cijev, korak uvijanja žlijeba 178 mm
- **masa praznog oružja:** 3,1 kg s duljom cijevi; 3 kg s kra om cijevi

#### **4.5. Jurišna puška VHS 2**

Jurišna puška VHS je proizvod doma e tvrtke HS produkt. Nakon godina razvoja predstavljen je novi model VHS 2. VHS je puška kompaktne konstrukcije. Radi na principu odvajanja plinova, kratkog trzaja klipa i bravljenja zatvara a rotacijom. U tom pogledu se ne razlikuje od ve ine kompaktnih jurišnih pušaka. Ono što ju izdvaja od ostatka je usadnik podesiv po dužini, te mogu nost ga anja s oba ramena bez dodatnih zahvata na oružju.



**Slika 32. Jurišna puška VHS 2 [30]**

Osim mogućnosti izbacivanja ahura na obje strane puške, kontrole za odabir načina paljbe i izbacivanje spremnika, te zapinjala su jednako dostupni i lijevoj i desnoj ruci. Selektor načina paljbe se nalazi iznad rukohvata s obje strane puške i lako je dostupan palcu, gumb za oslobađanje spremnika se nalazi na sredini puške odmah iza utora za spremnik, a zapinjala se nalazi ispod ručice za nošenje, te se njena ručica može zarotirati lijevo ili desno, s obzirom kojom rukom se oružje zapinje. Kućište je od polimernih materijala, a samo su radni dijelovi od čelika.

U slučaju da se ahure izbacuju na desnu stranu, gađanje s lijevog ramena je omogućeno konstrukcijom deflektora izbačenih ahura. Deflektori su tako izvedeni da ahura koja bi inače letjela prema natrag u desno, nakon udarca u deflektor se odbija prema naprijed u desno i lagano prema dolje. Prebacivanje izbacivanja ahura se može izvesti zamjenom zatvarača koji je namijenjen izbacivanju ahura u lijevu stranu. Otvor za izbacivanje ahura koji se ne koristi je zatvoren poklopcem. Poklopac otvora koji se koristi se automatski otvara prilikom zapinjanja puške.

Duga ručica za nošenje je s gornje strane izvedena kao Picatinny tračnica, a ujedno je i nosač mehaničkih ciljnika. Duga ciljna linija omogućuje preciznije ciljanje. Ciljnici su preklopni, tako da ne ometaju slobodan pogled kroz optički ciljnik koji se pri vršenju na ručicu za nošenje. Tri dodatne Picatinny tračnice na bokovima i donjem dijelu kućišta omogućuju dodavanje raznoraznih dodatka i prilagodbu oružja zadaći.

**Bitne takti ko-tehni ke zna ajke:**

- **na in rada:** odvo enje barutnih plinova, kratki trzaj klipa, bravljenje zatvara a rotacijom
- **duljina:** 765 mm s dugom cijevi; 665 mm s kra om cijevi
- **duljina cijevi:** 500 mm duga cijev; 410 mm kra a cijev
- **masa praznog oružja:** 3,4 kg s dugom cijevi; 3,3 kg s kra om cijevi

**4.6. Jurišna puška FN F2000**

Jurišna puška FN2000 je jedna od pušaka iz najnovije generacije. Razvoj je po eo krajem u zadnjim desetlje ima prošlog stolje a, a prvi puta je javnosti predstavljena 2001. godine. Najve i su korisnici oružane snage Belgije, Slovenije i Saudijske Arabije. Puška je kompaktne konstrukcije, a radi na principu odvo enja plinova, kratkog trzaja klipa i bravljenja zatvara a rotacijom.



**Slika 33. Puška F2000 s integriranim opti kim ciljnikom, pogled na lijevu stranu puške [31]**

Ku ište je od polimernih materijala i sastoji se od dva dijela. U gornjem dijelu ku išta se u vrš uje cijev i plinski sustav, a donji dio ku išta u sebi ima integrirane rukohvate i usadnik, a u njemu su montirani i mehanizam za opaljenje te sklop zatvara a s nosa em.

Ono po emu se puška razlikuje od ve ine jurišnih pušaka je sustav za izbacivanje ahura. Osim nosa a zatvara a i zatvara a, u sustavu se nalazi klackaju i usmjeriva ahura koji u presjeku izgleda kao potkova. Nakon opaljenja izvlaka drži ahuru tokom cijelog gibanja prema natrag, te djelomice tokom gibanja prema naprijed. Kada zatvara dolazi u svoj stražnji položaj, tada se usmjeriva ahura spusti. Tijekom gibanja prema naprijed, polugica za potiskivanje izvlaka a pritisne izvlaka sa stražnje strane, tako da se izvlaka na svom

prednjem kraju u glavi zatvarača podigne. Zatim izbaci udara u ahuru u dnu, i ona uz pomoć usmjerivača ulazi u posebnu cijev za izbacivanje ahura koja se nalazi iznad cijevi oružja. U nastavku gibanja nosača i zatvarača prema naprijed, usmjerivač ahura se podiže, a poluga na nosaču u zatvaraču gura praznu ahuru dalje u cijev za izbacivanje ahura. Cijev za izbacivanje ahura je postavljena tako da njena os nije paralelna s osi cijevi puške, pa ahure iz oružja ispadaju prema naprijed s desne strane puške iznad cijevi. U cijevi za izbacivanje ahura može istovremeno biti nekoliko ahura, ali to ne smeta izbacivanju ahura netom ispaljenih metaka. Zatvarač se nakon ispaljenog posljednjeg metka u spremniku vraća u prednji položaj. Zbog ovakvog načina izbacivanja ahura, bez opasnosti se može koristiti i s lijevog i s desnog ramena.



**Slika 34. Puška F2000 rastavljena na potsklopove [32]**

Prethodna slika prikazuje pušku F2000 rastavljenu na glavne potsklopove. Crveno označeni potsklop je zatvarač s nosačem zatvarača, a bijeli polimerni dio je usmjerivač ahura. U ovakvom položaju taj cijeli potsklop stoji unutar puške kada je puška spremna za gađanje.





**Slika 35. Pogled kroz otvor za inspekciju cijevi. Puška u položaju spremnom za gađanje [32]**

Puška dolazi u dvije verzije. Prva verzija je s integriranim optičkim ciljnikom s povećanjem 1,6x. Pomoćni mehanički ciljnici se nalaze na gornjoj strani kućišta optičkog ciljnika, no zbog kratke ciljne linije i visokog položaja nisu pogodni za korištenje, a i preciznost gađanja je upitna. Druga verzija puške umjesto integriranog optičkog ciljnika na gornjoj strani kućišta ima montiranu Picatinny tračnicu, a na krajevima tračnice su instalirani mehanički ciljnici. Picatinny tračnica dopušta montiranje raznih opto-elektroničkih naprava.

Gumb za izbacivanje spremnika se nalazi ispod drške, a selektor načina paljbe se nalazi ispod obarača na štitniku obarača. Oboje je jednako dostupno i lijevoj i desnoj ruci. Zapinjač se nalazi na lijevoj strani puške. Zbog tog detalja je lakša za korištenje s desnog ramena.

#### **Bitne taktičko-tehničke značajke:**

- **način rada:** odvođenje barutnih plinova, kratki trzaj klipa, bravljenje zatvarača rotacijom
- **duljina:** 690 mm
- **duljina cijevi:** 400 mm, korak uvijanja žlijeba 178 mm
- **masa praznog oružja:** 3,6 kg s integriranim optičkim ciljnikom; 3,39 kg s montiranom Picatinny tračnicom



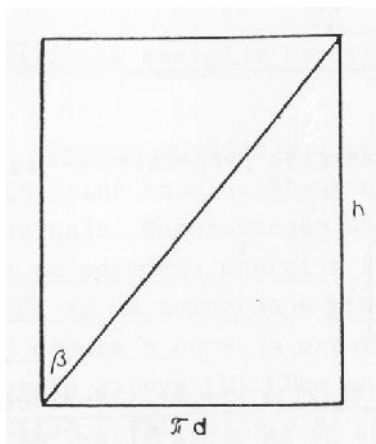
## 5. Analiza taktičko-tehničkih značajki prikazanih konstrukcijskih rješenja jurišnih pušaka

Prethodno je prikazano šest jurišnih pušaka. Četiri su u širokoj upotrebi u oružanim snagama raznih država svijeta, a tri od njih su u službi već desetljećima. Dvije puške su još uvijek u prototipnoj fazi. Nit vodilja proizvođača kod konstruiranja nove generacije pušaka je korištenje polimernih materijala, modularnost i mogućnost korištenja s oba ramena. Korištenje polimernih materijala za sve osim radnih dijelova oružja čine pušku relativno laganom, te time ugodniju za korištenje strijelcu. Modularnost podrazumijeva mogućnost prilagodbe oružja svakoj zadaći posebno.

Jedan od bitnijih problema kojim se bave proizvođači i danas je mogućnost korištenja oružja s oba ramena. Ta se potreba pojavila zbog toga što danas moderne vojske svijeta polako napuštaju doktrinu da se svi vojnici uvježbavaju gađajući s desnog ramena, budući da je oko 90% svjetske populacije desnoruko. Do zaokreta je došlo prvenstveno zbog promjene vrste sukoba i sredine sukoba. Moderni sukobi su više asimetričnog tipa, nego simetričnog, te se zbog toga sele u urbane sredine gdje slabiji protivnik ima više prilike za iznenadne napade i bijeg, a teško naoružanje jačeg protivnika gubi na učinkovitosti. Borbe su različitog karaktera, od borbe prsa o prsa, pa do izmjene vatre preko krovova zgrada na udaljenostima od više stotina metara. Zbog toga se od oružja zahtijeva da može jednako dobro ispunjavati zadaće u bliskoj borbi, i borbi na većim udaljenostima, te da vojniku pruži što bolju pokretljivost i mogućnost iskorištenja zaklona.

Sve prikazane puške koriste standardno NATO streljivo za temeljno osobno naoružanje vojnika kalibra 5,56x45 mm, oznake SS109 u Europi ili M855 u SAD-u, mase zrna 4 g, te barutnog punjenja 1,7g, a ukupna masa metka je 12 g. Djelovanje na cilju je jako ovisno o brzini sraza zrna i cilja, te skrivanje cijevi oružja jako utječe na borbenu efikasnost oružja. Iz toga razloga potrebno je sačuvati duljinu cijevi oružja. Brzina rotacije zrna izravno ovisi o brzini translacije zrna i tangensu kuta uvijanja žlijeba. Brža translacija znači i bržu rotaciju, a posljedično i stabilniju putanju zbog žiroskopskog efekta rotacije zrna. Dakle zadržavanjem duge cijevi zrno je učinkovitije na cilju i grupiranje pogodaka je uža, tj. puška je preciznija.

Ako se dio cijevi duljine jednog koraka uvijanja žlijeba razvije dobije se pravokutnik kojem stranice odgovaraju unutarnjem opsegu kružnice cijevi i jednom koraku uvijanja žlijeba.



Slika 36. Razvijeni isjezak cijevi duljine jednog koraka uvijanja žlijeba [33]

Iz gornje slike je kut uvijanja žlijeba u odnosu na os cijevi,  $h$  je korak uvijanja žlijeba, a  $d$  je opseg unutarnje kružnice cijevi oružja. Jednadžba

(1) opisuje odnos brzine rotacije zrna u odnosu na brzinu translacije zrna i kuta uvijanja žlijeba [32]:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{v}{h} \\
 \omega &= \frac{2\pi v}{h} \\
 \omega &= \frac{2v \cdot \tan \beta}{d}
 \end{aligned} \tag{1}$$

U gornjoj jednadžbi je kutna brzina zrna,  $v$  je translatorska brzina zrna u smjeru osi cijevi, je kut uvijanja žlijeba, a  $d$  je promjer unutarnje kružnice cijevi oružja.

Osim duljine cijevi, brzina zrna ovisi i o konstrukciji i kutu uvijanja žlijeba, te o barutnom punjenju metka. Metak je standardiziran, pa se na brzinu metka može utjecati samo konstrukcijom cijevi. Prije nego je kao standardni NATO 5,56x45 mm metak uveden SS109, to je bio metak oznake M193 koji je prvi puta upotrijebljen u vijetnamskom ratu. Korak uvijanja žlijebe je bio 12 cola, odnosno 305 mm. Zrno je lakše (3,6 g) i nešto kraće. Početna brzina zrna je oko 50 m/s veća nego kod metka SS109. Konstrukcija zrna metka SS109, unatoč manjoj početnoj brzini omogućuje veću probojnost i preciznost na većim udaljenostima od metka M193.

Optimalni korak uvijanja za metak SS109 je 7 cola, odnosno 178 mm. Ako se SS109 ispaljuje iz cijevi s korakom uvijanja žlijeba od 305 mm, tada nije dovoljno stabiliziran i gubi na preciznosti i dometu. Ako se pak metak M193 ispaljuje iz cijevi s korakom uvijanja žlijeba 178 mm, tada je zrno previše stabilizirano, ili se čak košuljica zrna raspada u letu zbog prevelike centrifuge. Previše stabilizirano zrno u letu putuje tako da mu je os uvijek u istom položaju u odnosu na putanju, dok je normalno da je os zrna uvijek tangencijalna na putanju leta. Zbog toga previše stabilizirani metak može udariti u cilj pod kutem koji je različit od okomitog. Neki proizvođači i proizvode cijevi s korakom uvijanja žlijeba od 9 cola, odnosno 229 mm, kao kompromis u nastojanju da puška može ispaljivati i SS109 i M193 metke. U tom slučaju oba metka su izvan svojih optimalnih parametara, ali dovoljno blizu da se mogu relativno učinkovito koristiti.

Osim parametara cijevi, ostali konstrukcijski elementi i namjerna koja su izvedeni bitno utječu na preciznost oružja, brzinu gađanja, lakoću korištenja i manevriranja, pouzdanost, odnosno učinkovitost sustava strijelac – oružje.

### **5.1. Analiza utjecaja tipa konstrukcije na taktičko-tehničke značajke**

Od šest prikazanih pušaka, dvije su klasične konstrukcije, a četiri su kompaktne konstrukcije. Izvedba u obliku klasične ili kompaktne konstrukcije ima mnogo više utjecaja na taktičko-tehničke značajke oružja osim pukog izgleda. Gledano u međusobnom odnosu, prednosti kod jednog tipa konstrukcije, su nedostaci kod drugog tipa.

Klasična konstrukcija težište ima ispred rukohvata, pa tako puška preteže prema naprijed. To je posebno naglašeno kada se na pušku montiraju razni taktički dodaci u vidu optoelektroničkih naprava kao što su optički ili noćni ciljnik, laserski pokazivači, taktička svjetla ili bacači granata. Općenito zbog veće duljine, puške klasične konstrukcije stvaraju veći moment u odnosu na ramena strijelca, što dovodi do bržeg zamora i posljedično slabije učinkovitosti vojnika prilikom duže izmjene vatre. Težište ispred rukohvata pak pomaže kod kontroliranja puške prilikom automatske paljbe jer se cijev oružja manje podiže. Neke konstrukcije su pak problem podizanja cijevi praktički poništile tako da trzaj zbog istjecanja plinova iz cijevi, te trzaj zbog pomicanja pomičnih dijelova izravno bez stvaranja sprega sila prenose na rame strijelca, ili ugradnjom skrivena bljeska i plinske komore na usta cijevi koje usmjeruju barutne plinove prema gore.

Kompaktna konstrukcija težište ima iznad ili iza rukohvata, pa puška ima tendenciju pretezanja prema natrag, odnosno podizanja cijevi. Neke puške kompaktne konstrukcije su tako uravnotežene da se može gađati dok se drže samo jednom rukom. Utjecaj mase taktičkih dodataka na položaj težišta oružja je manji nego kod klasičnih konstrukcija.

Veća duljina puške kod klasične konstrukcije također utječe na brzinu rukovanja oružjem u vidu podizanja, spuštanja, okretanja u stranu, te na lako u manevriranja u prostorno ograničenim sredinama. Težište koje je udaljenije od tijela utječe na to da je brzina rotacije ruku oko ramena manja nego kod kompaktnih pušaka, te da strijelac za ista ubrzanja mora uložiti veći napor.

Probleme s velikom oružja kod klasične konstrukcije se rješava s uvođenjem karabin verzije puške, odnosno klasična puška s krajom cijevi. Neki proizvođači ugrađuju i podesive usadnike. Na taj način se rješava većina problema manipulacije i manevriranja, ali se smanjuje efektivni domet oružja.

Kompaktna konstrukcija ima veliku prednost u vidu da se zadržava duljina cijevi, a ukupna duljina oružja je na razini karabin izvedbe klasične konstrukcije. Na taj način se rješavaju problemi manevriranja i rukovanja oružjem, a da se ne gubi efektivni domet oružja.

Klasične konstrukcije pak imaju prednost u brzini izmjena spremnika, a modernije klasične konstrukcije omogućuju izmjenu spremnika bez gubitka cilja iz ciljnika. Razlika u brzini izmjene spremnika je između pola sekunde i sekundu. Puške kompaktne konstrukcije su izvedene tako da spremnik ne ispada sam pritiskom na gumb ili polugu za oslobađanje spremnika. Prilikom izmjene spremnika se mora pritisnuti gumb za oslobađanje spremnika, zatim se spremnik mora izvući iz utora, uzeti puni spremnik, ubaciti ga u oružje, te pritisnuti gumb za puštanje zatvarača u prednji položaj ili ponovno zapeti oružje. Pri tome je uobičajeno da se zbog lakšeg vađenja i uvođenja spremnika u uutor puška zakrene, čime se gubi cilj iz vida. Cijeli postupak traje oko 2 sekunde. Za primjer klasične konstrukcije se može uzeti puška M16. Prilikom izmjene spremnika se pritisne gumb za oslobađanje spremnika, koji slobodno ispada iz oružja, novi spremnik se ubacuje u oružje te se pritišće gumb za puštanje zatvarača u prednji položaj. Cijeli postupak traje oko 1 sekunde. Razlika nije velika, ali u uvjetima bliske borbe svaki dodatni postupak koji drži oružje van funkcije može biti presudan.

Klasična konstrukcija je također nešto jednostavnije konstrukcije zbog toga što kompaktne konstrukcije imaju dodatne poluge za povezivanje obarača i selektora na paljbe sa

sklopom za opaljenje, te ne treba konverziju, dodatne otvore ili posebni na in izbacivanja ahura kako bi se mogla koristiti s oba ramena.

Prednost kod klasi ne konstrukcije je i teorijski dulja ciljna linija, što u praksi zna i to nije ciljanje ako se koriste mehani ki ciljnici.

Kompaktna konstrukcija s riješenim sustavom za izbacivanje ahura i smještajem kontrola puške je dobar kompromis koji se jednako dobro može koristiti u urbanom ratovanju i klasi nom ratovanju na otvorenom bojnom polju.

## **5.2. Pojedina na analiza prikazanih jurišnih pušaka**

Prikazano je šest modernih jurišnih pušaka. Dvije su klasi ne konstrukcije, a etiri su kompaktne konstrukcije. Prvo e se analizirati klasi ne konstrukcije, a zatim kompaktne konstrukcije. Puške e biti prikazane kronološki u svojim kategorijama.

### **5.2.1. Analiza jurišne puške M16**

M16 je jurišna puška klasi ne konstrukcije. U upotrebi je i karabin ina ica pod nazivom M4. M16 i M4 rade na identi an na in. Najve a zamjerka oružju se može na i u samom na inu na koji radi, odnosno upuhivanju vru ih barutnih plinova me u radne dijelove oružja, a time djeluju na unutarnju strukturu materijala dijelova oružja. Vru i barutni plinovi nose i neizgorjele estice baruta koji djeluju abrazivno da kanale kroz koje prolaze, ali i na radne dijelove, gdje se i talože. Zbog toga pušku treba esto rastavljati i istiti, te je sklonija zastojima.

Ergonomska rješenja ove puške danas kopiraju mnogi proizvo a i. Selektor na ina paljbe nadomak palcu, te gumb za osloba anje spremnika nadomak kažiprstu, a sa druge strane gumb za vra anje zatvara a u prednji položaj omogu uju jednostavno i strijelcu ugodno korištenje puške, te brzu i laku izmjenu spremnika, a da se cilj ne gubi iz ciljnika. Zapinja a se nalazi na stražnjoj gornjoj strani ku išta puške, te je jednako dostupna objema rukama. Pošto je puška klasi ne konstrukcije, može se koristiti s oba ramena, ali je ipak konstruirana prvenstveno za korištenje desnog ramena, budu i da kontrole nisu simetri ne, te ih je nezgodno koristiti kad se puca s lijevog ramena. Tu je tako er problem izbacivanja ahura koje lete kroz vidno polje strijelca ako se puca s lijevog ramena, jer ahure iz oružja lete u desno prema gore.

Puška je vrlo duga ka, 1003 mm, te je nezgodna za rukovanje u sku enom prostoru vozila i unutar objekata u urbanim borbama. Karabin verzija puške, ovisno o postavci usadnika je kra a izme u 170 i 250 mm, ali je smanjena udaljenost na kojoj zrna postižu maksimalni efekt na cilju za gotovo 50%. Osim toga, radni dijelovi su izloženi barutnim plinovima pod ve im tlakom i temperaturom, te što još nepovoljnije utje e na pouzdanost puške, nego kod puške s dugom cijevi.

Picatinny tra nice montirane na gornju stranu ku išta, te oko prednjeg rukovata omogu uju visok stupanj prilagodljivosti puške raznim zada ama, me utim ponekad vojnici znaju staviti toliko takti kih dodataka, da puška teži gotovo dvostruko i time bude prili no nezgrapna za rukovanje.

### **5.2.2. Analiza jurišne puške Beretta ARX-160**

Puška je još u prototipnoj fazi, te još nije bila korištena u borbi. Jedna je od pušaka iz nove generacije klasi nih konstrukcija. Veliki udio polimernih materijala ini pušku relativno laganom, odnosno, lakša je od prosje ne jurišne puške ija je masa oko 3,5 kg. Korištenje kop i umjesto zatika omogu uje brzo rastavljanje i sastavljanje oružja, što je vrlo korisno ako do e do zastoja u borbi.

Puška je konstruirana tako da je potpuno svejedno s kojeg se ramena može koristiti, budu i da su sve kontrole puške simetri ne i jednako dostupne objema rukama, a izbacivanje se može vršiti na bilo koju stranu oružja. Nedostatak kod tog rješenja je pak u tome što za prebacivanje mjesta izbacivanja ahura vojnik mora metkom ili šiljatim predmetom pomicati blok unutar oružja koji odre uje koji e od izvlaka a služiti kao izbacac. Ta radnja oduzima vrijeme i koncentraciju vojniku, što može biti pogubno. Me utim puška je klasi ne konstrukcije, pa se može koristiti s oba ramena, bez obzira mijenja li se mjesto izbacivanja ahura ili ne, bez opasnosti po strijelca.

Puška, posebno kada se koristi kra a cijev je relativno kompaktna i omogu uje vrlo dobru pokretljivost u sku enom prostoru. Problem kod puške je što je dulja cijev duga ka 400 mm, što ju svrstava u kategoriju karabina, a to zna i da je najubojitija na udaljenosti do otprilike 100 metara, gdje e brzina zrna opasti na vrijednost koja je nedostatna za fragmentaciju, a koja je glavni uzrok ve eg utjecaja na tkivo nego što bi to kalibar metka dao i naslutiti, a na udaljenostima do 150 metara ak stvara ve u štetu i od standardnog metka kalibra 7,62.

### 5.2.3. Analiza jurišne puške FAMAS

Jurišna puška FAMAS je jedna od prvih jurišnih pušaka kompaktne konstrukcije koja je odabrana kao osnovno pješako naoružanje oružanih snaga jedne zemlje. Konstrukcija je vešerimom eli na s rukohvatima i usadnikom izraenim od staklenim vlaknima ojaanog polimera.

Ukupna duljina puške omogućuje mnogo bolju pokretljivost nego što je slučaj kod klasičnih konstrukcija. Puška je otprilike 25% kraća od puške klasične konstrukcije jednake duljine cijevi. To znači da je puška zadržala sve prednosti kompaktne konstrukcije, odnosno duga cijev koja ne narušava balistička svojstva metka u puški kompaktnih dimenzija koja je mnogo lakša za rukovanje u skučenom prostoru.

Težište puške je pomaknuto iza rukohvata, tako da puška preteže prema natrag, odnosno podiže se cijev. Pomaknuto težište ne utječe na podizanje cijevi, ako se oružje pravilno koristi jer se sila trzaja prenosi izravno na rame.

Selektor na paljbe, gumb za oslobađanje spremnika i zapinjača su smješteni u vertikalnoj osnoj ravnini puške, tako da su jednako dostupni objema rukama. Zapinjač se nalazi na gornjoj strani kućišta ispod ručice za nošenje oružja. Gumb za izbacivanje spremnika se nalazi se ispred spremnika, a spremnik se u jednom pokretu može izvaditi pritiskom na gumb te povlačenjem i zakretanjem spremnika. Selektor na paljbe je smješten ispred obarača, te se njime upravlja pomoću prsta kojim se povlači obarač i pomoću druge ruke. Kada je puška zaključena, selektor je paralelan s osi cijevi puške. Za automatsku i pojedinačnu paljbu selektor se zakreće lijevo ili desno. Takvo rukovanje selektorom jednako je dostupno objema rukama, ali i jednako nezgodno. Za razliku od drugih rješenja, potrebno je koristiti obje ruke, a u zimskim uvjetima kada se nose debele rukavice, položaj selektora ometa prst na obaraču.

Standardno se puška oprema tako da se ahure izbacuju na desnu stranu, dok je otvor na lijevoj strani zatvoren pomoću plastičnog poklopca. Mjesto izbacivanja ahura se može promijeniti, ali je prije toga potrebno rastaviti pušku, premjestiti izvlakač na lijevu stranu zatvarača, te ponovno sastaviti pušku. Taj proces traje nekoliko minuta, a bez promjene mjesta izbacivanja ahura, puška se ne može koristiti s drugog ramena. Dakle, puška otvara mogućnost biranja mjesta izbacivanja ahura, ali se tada puška mora koristiti s onog ramena na koju stranu ispadaju ahure.

Zbog načina na koji radi, izvlačenje ahure počinje prije nego je tlak pao na sigurnu razinu, pa se koristi streljivo s elinom ahurom. elina ahura pak može dovesti do preranog

trošenja izvlika a, te se slabije širi od mjedene ahure, te može do i do istjecanja plinova unutar oružja prilikom opaljenja.. Ako se koristi streljivo s mjedenom ahurom, može do i do ga anja ahure prilikom izvla enja. U oba slu aja ve a je opasnost od zatajenja oružja.

Kao nedostatak se može uzeti i injenica da puška ne zadržava zatvara u stražnjem položaju nakon ispaljenog zadnjeg metka iz spremnika, što zna i slabije hla enje cijevi. Me utim to je kriti no samo kod ispaljivanja ve eg broja metaka u kratkom vremenu.

U odnosu na klasi ne konstrukcije, ciljna linija je dosta kra a; 330 mm u odnosu na 500 mm kod puške M16. To je ina e karakteristika pušaka kompaknih konstrukcija, pa je to nost ciljanja smanjena u odnosu na klasi nu pušku, ako se ne koristi opti ki ciljnik.

#### **5.2.4. Analiza jurišne puške Steyr AUG**

Jurišna puška Steyr AUG je razvijana istovremeno kada i puška FAMAS. Gotovo istovremeno kada i FAMAS ulazi u službu, prvo u austrijskoj vojsci, a kasnije ju prihva aju i druge države svijeta, a najve i korisnik je australska vojska.

Puška je kompaktne konstrukcije. U konstrukciji je korišten veliki udio polimernih materijala, a eli ni su dijelovi opruge, vodilice, ležajevi vodilica, cijev, plinski sustav, sustav nosa a zatvara a i zatvara a, te dijelovi ku išta koji služe za prihvat cijevi. Veliki udio polimernih materijala se koristi kako bi se olakšala konstrukcija, koja bez spremnika teži 3,8 kg, što je nešto teže od prosjeka. Ako se koristi cijev standardne duljine, tada se zadržavaju sve prednosti kompaktne konstrukcije u odnosu na klasi nu, a da se ne gubi na balisti kim svojstvima metka.

Puška nema klasi an selektor za na in paljbe, nego se to odre uje time koliko se pritisne obara . Ako se obara pritisne do pola, tada se opaljuje pojedina no, ako se pak obara pritisne do kraja, tada se radi o automatskoj paljbi. Takav sustav zahtjeva odre eno vrijeme za privikavanje, ako je vojnik obu avan na nekom drugom oružju, a esto može dovesti do toga da zbog pove ane razine adrenalina i uzbu enja tijekom borbe vojnik konstantno povla i obara do kraja, te time i nehotice može vrlo brzo potrošiti svoj borbeni komplet. Na oružju postoji poluga koja prolazi kroz pušku s desne na lijevu stranu. Ona služi da bi se oružje otko ilo ili zako ilo, a radi tako da ne dopušta pomak obara a. Ako je puška namještena da se puca s desnog ramena, tada se puška može otko iti pritiskom palca desne ruke na tu polugu. Puška se zako i pritiskom lijeve ruke na istu polugu. Gumb za osloba anje spremnika se nalazi iza utora za spremnik.



Iako puška ima dva otvora za izbacivanje ahura, može se koristiti samo sa jednog ramena, ovisno na koju stranu se izbacuju ahure. Ako se želi promijeniti mjesto izbacivanja ahura, treba rastaviti pušku, te zamijeniti zatvara koji se rotira na drugu stranu. Takav postupak je potpuno nepraktičan za izvesti tijekom borbe.

Zapinjalo se nalazi na lijevoj strani puške. Takav položaj onemogućuje ravnopravno korištenje puške s oba ramena. Standardna doktrina u NATO vojskama je da se dominantna ruka nikad ne mijenja s rukohvata, nego se sve operacije zapinjanja i izmjene spremnika obavljaju drugom rukom. To znači da prilikom gađanja s lijevog ramena strijelac mora zakretati pušku, te desnom rukom vršiti zahvat preko ili ispod oružja kako bi zapeo pušku. To se ponavlja kod svakog novog spremnika, iako puška zadržava zatvara u stražnjem položaju nakon ispaljenog posljednjeg metka iz spremnika, jer nema gumba za puštanje zatvarača u prednji položaj.

S druge strane, puška pruža visok stupanj modularnosti, pogotovo inačica A3 koja umjesto integriranog optičkog ciljnika ima Picatinny tračnice montirane na gornju, bočnu i donju stranu kućišta. Osim mogućnosti montiranja raznih taktičkih dodataka, omogućena je brza izmjena cijevi, tako da se kompaktna puška može učiniti još kompaktnijom, ili čak može biti konvertirana u kratku strojnicu kalibra 9x19 mm. Međutim, kratke cijevi i 9 mm cijev više odgovaraju profilu policijskih specijalnih postrojbi, nego vojnoj upotrebi.

Kod inačica A1 i A2 koje imaju integrirani optički ciljnik postoji veliki problem ukoliko dođe do oštećenja istog. Pomoćni mehanički ciljnici se nalaze na krajevima optičkog ciljnika s gornje strane. Ciljna linija je prekratka da puška u tom slučaju bude upotrebljiva za bilo kakvo ciljanje iznad 50 – 100 metara.

### **5.2.5. Analiza jurišne puške FN F2000**

Jurišna puška FN F2000 je puška kompaktne konstrukcije. Pošto je puška novije konstrukcije (2001. godine je predstavljena javnosti), u razvoju su uključena nova saznanja koja su se dobila analizom suvremenih sukoba. Kako se težište sukoba prebacilo na asimetrično ratovanje u urbanim sredinama, puška je konstruirana tako da ahure izbacuje na neutralnu stranu, odnosno prema naprijed. To omogućuje gađanje s oba ramena bez opasnosti od ozljede po strijelca kada se prebacuje rame, te omogućuje promjenu ramena bez dodatnih radnji od strane strijelca. S druge pak strane takav sustav izbacivanja ahura dodatno usložnjava konstrukciju, te veći broj pokretnih dijelova što povećava opasnost od zastoja.

Selektor na ina paljbe se nalazi ispod obara a. Pokre e se prstom kojim se pritiš e obara i potpuno je svejedno je li to lijeva ili desna ruka. Gumb za osloba anje spremnika se nalazi na donjoj strani ku išta puške, ispod rukohvata, te ispred spremnika, a tako er je jednako dostupan objema rukama. Ti detalji ine da je puška gotovo jednako opotrebljiva s oba ramena. Problem je položaj zapinja e, koja se nalazi na lijevoj strani puške pri mjestu izlaza cijevi iz ku išta. Zbog toga je puška bolje prilago ena ga anju s desnog ramena, budu i da je zapinjanje oružja lakše i brže izvesti kada se puca s desnog ramena nego s lijevog.

Tijekom ga anja, u kanalu za izbacivanje ahura može biti do pet ispucanih ahura. Kanal za izbacivanje ahura na svom izlazu ima pomi na vratašca, koja se mogu postaviti da su stalno otvorena, ili da se otvaraju kada se kanal napuni ahurama. Vratašca sprije avaju prodor stranih tijela i prljavštine u oružje, ali istovremeno zadržavaju zaostalu toplinu od ahura unutar oružja. Tako er zbog specifi nog na ina izbacivanja ahura, konstruktori nisu predvidjeli zaustavljanje zatvara a u stražnjem položaju kada se ispali zadnji metak iz spremnika. Zbog toga se puška slabije hladi od pušaka koje ahure izbacuju na klasi an na in. Problem može nastupiti ako je takav intenzitet izmjene vatre da se u kratkom vremenu ispuca ve i broj metaka. Doduše isti se problem javlja kod svih oružja koja nemaju mogu nost izmjene cijevi, te predstavlja pravi problem kod oružja koja su namijenjena potpori desetina.

Puška tako er ima problem s duljinom ciljne linije ako se koriste mehani ki ciljnici, a to je posebo naglašeno kod ina ice s integriranim opti kim ciljnikom, koji na sebi ima izvedene pomo ne mehani ke ciljnike ukoliko se opti ki sustav ošteti. Me utim ti pomo ni ciljnici su beskorisni za bilo kakvo precizno ga anje na udaljenostima ve im od pedesetak metara.

Cijeli smisao kompaktne konstrukcije je korištenje duge cijevi u oružju veli ine karabina, me utim ova puška ima cijev dugu 400 mm, što odgovara duljini cijevi karabina. Time se gubi na balisti kim svojstvima, te je domet maksimalnog u inka zrna na cilju smanjen za gotovo 50%. Smanjena cijev pak zna i da je puška kra a od prosje ne puške kompaktne konstrukcije, te prakti ki omogu uje pokretljivost kratkih strojnica.

Iako je korišten veliki udio lakih polimernih materijala u konstrukciji oružja, te unato kratkoj cijevi, prazna puška teži 3,6 kg, što spada u prosjek ove vrste oružja, no ipak neo ekivano mnogo u usporedbi s veli inom oružja.

Ina ica puške pod nazivom Tactical na gornjoj strani umjesto ku išta ima montiranu Picatinny tra nicu, a još tri dodatne picatinny tra nice su montirane na bo nim i sa donje

strane ku išta ispod izlaza cijevi. To omogućuje visok stupanj prilagodljivosti oružja raznim taktičkim zadacima.

### **5.2.6. Analiza jurišne puške VHS 2**

Jurišna puška VHS 2 je tek nedavno predstavljena javnosti, te stoga još ne postoje korisnici te puške, a još uvijek se provode testiranja. Puška je napravila veliki iskorak u odnosu na prethodnu verziju u vidu upotrebljivosti i ergonomije.

Puška ima otvore za izbacivanje ahura na obje strane puške, ali je uvijek aktivan samo jedan. Nemoguće je tijekom borbe mijenjati mjesto izbacivanja ahura, no konstrukcijom tzv. deflektora, u koje ahure udaraju prilikom izbacivanja iz oružja, ahure se izbacuju prema dolje i prema naprijed, te na strano ovisno koji je otvor za izbacivanje aktivan. Iako ne postoji opasnost od udaraca ahura u lice strijelca, ipak postoji mogućnost da strijelca omame barutni plinovi koji izlaze na stranu oružja ako se puška koristi s onog ramena na koju stranu se izbacuju ahure, pa čak i sam proizvođač navodi da se puška može prebaciti na drugo rame u slučaju nužde. Prebacivanje izbacivanja ahura na drugu stranu se obavlja promjenom zatvarača, za što je potrebno rastaviti pušku, a što je nepovoljno za korištenje tijekom borbe.

Selektor na paljbe je izveden tako da je vanjska kontrola smještena simetrično s obje strane puške, te se njime upravlja pokretom palca ruke na rukohvatu. Gumb za izbacivanje spremnika se nalazi sa stražnje strane spremnika na ulazu otvora za spremnik, te je jednako dohvatljiv objema rukama. Zapinjala se nalazi ispod ručice za nošenje, te se jednako može koristiti objema rukama.

Novost kod kompaktnih konstrukcija općenito je što je na ovoj puški uspješno ukomponiran podešivi usadnik koji ima šest stupnjeva, te je time omogućeno svakom strijelcu optimalno podešavanje hvata oružja.

Nakon ispaljenog zadnjeg metka iz spremnika, zatvarač ostaje u stražnjem položaju. Kada se spremnik zamijeni, pritiskom na gumb koji se nalazi iza spremnika se zatvarač pušta u prednji položaj. Zadržavanje zatvarača u stražnjem položaju pridonosi hlađenju oružja.

Dugačak ručica za nošenje s gornje strane ima montiranu Picatinny tračnicu, a još tri Picatinny tračnice su montirane na bočnim i na donju stranu kušeta pri mjestu izlaza cijevi. Ugradnja Picatinny tračnica omogućuje visok stupanj prilagodljivosti taktičkim zadacima.

### **5.3. Zaključci analize postojećih rješenja jurišnih pušaka**

Zbog posebnih zahtjeva urbanog ratovanja puška mora omogućiti strijelcu efikasno korištenje u borbi u zatvorenim prostorima, kao i borbe na udaljenostima od više stotina metara. Takvi zahtjevi su opretni jer urbana borba zahtjeva kompaktno oružje kojim je lako manevrirati, dok borba na otvorenom polju zahtjeva preciznost i mogućnost onesposobljavanja cilja na velikim udaljenostima. Optimalno rješenje za jedan vid borbe, bi bio praktički neiskoristiv u drugom vidu borbe. Logički je skupo i nerazumno koristiti veliki broj različitih oružja za različite zadatke, ako je to moguće uiniti pomoću jedne puške. Kompromisno rješenje je puška kompaktne konstrukcije.

Problem koji se javlja kod kompaktnih konstrukcija je nemogućnost korištenja s oba ramena. Prve konstrukcije su pružale mogućnost prebacivanja mjesta izbacivanja ahura s jedne na drugu stranu, ali se to moralo obaviti u puškarnici, te je time opet puška bila namijenjena gađanju samo sa jednog ramena.

Korištenje puške jednako s oba ramena zahtjeva i takav smještaj kontrola da je potpuno svejedno s kojeg se ramena puška koristi, a to se može postići i simetričnim smještajem kontrola, ili smještajem kontrola po ravnini osi simetrije puške.

Jedan od glavnih zahtjeva na oružje je pouzdanost, te stoga treba osigurati najpovoljniji radni mehanizam oružja, kao i osigurati pravilno hlađenje.

Kompaktna konstrukcija gubi svoj smisao ako se u oružje ugradi kratka cijev, zbog gubitka ubojitosti zrna na udaljenostima iznad 50-100 metara. Zbog zadržavanja u inkovitosti zrna, potrebno je koristiti dugu cijev.

Pušku je potrebno modificirati i prilagoditi uvjetima zadatke. U zemljama NATO saveza, te zemljama koje su prihvatile te standarde, kao standard su se nametnule Picatinny tračnice za montiranje taktičkih dodataka. Taktički dodaci variraju od raznih pomoćnih rukohvata, bacača granata, pa do laserskih označivača, optičkih ciljnika i taktičkih svjetiljki. Iako taktički dodaci u određenom stupnju povećavaju borbenu vrijednost oružja, dodatna masa može negativno utjecati na manevarsku sposobnost.

Jurišna puška koja odgovara uvjetima ratovanja u urbanim sredinama i na otvorenom polju bi trebala ispunjavati sljedeće uvjete:

- kompaktna konstrukcija, kako bi se povećala manevarska sposobnost strijelca
- duga cijev, kako bi se optimalno iskoristila balistička svojstva metka i da se ne smanjuje ubojitost oružja

- mogućnost izbacivanja ahura na na in da se ne ugrožava strijelca, bilo to izbacivanjem u neutralnu stranu, ili izbacivanjem na obje strane, ali na takav na in da odabir strane izbacivanja ne predstavlja komplikaciju
- laka mogućnost montiranja taktičkih dodataka, odnosno puška bi trebala imati montiranu bar jednu Picatinny tračnicu
- kao optimalni radni mehanizam jurišne puške se pokazao sustav temeljen na odvojenju barutnih plinova s kratkim trzajem klipa i bravljenjem zatvarača rotacijom.

Sve prikazane puške u većoj ili manjoj mjeri trebaju odrediti konstrukcijske zahvate kako bi ispunile sve navedene kriterije. Puške klasične konstrukcije zahtijevaju radikalno promjenu, pa se izbaciti iz daljnjeg razmatranja, ali se iskoristiti dobra rješenja koja imaju.

## **6. Prijedlog konstrukcijskih prilagodbi prikazanih jurišnih pušaka u svrhu poboljšanja borbene vrijednosti puške u urbanom ratovanju**

etiri kompaktne puške koje su obrađene u veći ili manjoj mjeri ispunjavaju kriterije koje bi trebala imati puška prilagođena urbanom ratovanju i klasičnom ratovanju na otvorenom polju. Odstupanja se javljaju u pristupačnosti kontrola funkcija puške, na ina izbacivanja ahura, te izvedbe konstrukcije koja ne zadžava zatvara u stražnjem položaju nakon ispucanog posljednjeg metka iz spremnika.

Puške FAMAS, Steyr AUG i VHS 2 ahure izbacuju uvijek na jednu stranu, iako imaju dva otvora za izbacivanje ahura. Mjesto izbacivanja ahura se promijeni zamjenom zatvarača, kao u slučaju kod pušaka Steyr AUG i VHS 2, ili promjenom položaja izvlakača na zatvaraču, kao kod puške FAMAS. Kod puške VHS 2 ne postoji opasnost od izlijetanja ahure u lice strijelaca, ali postoji mogućnost da barutni plinovi zaostali u cijevi i ahuri, prilikom izbacivanja ahure prouzroče neugodu strijelcu ili čak djeluju omamljujuće. Puška FN F2000 cijeli taj problem izbjegava tako što se ahure izbacuju prema naprijed, te je potpuno svejedno s kojeg će se ramena gađati.

Puške VHS 2 i FAMAS imaju sve kontrole funkcija smještene ili simetrično s obje strane puške, ili u vertikalnoj osnoj ravnini puške. Tako su jednako dostupne objema rukama i potpuno je svejedno s kojeg se ramena gađati. Pri tome je rješenje selektora na ina paljbe ergonomski bolje izvedeno na puški VHS 2 nego na puški FAMAS. Kod pušaka FN F2000 i Steyr AUG je zapinjač postavljena na lijevu stranu puške, te se ne može njome jednako manipulirati s lijevog i s desnog ramena. Kod puške Steyr AUG je poluga za postavljanje puške u zaključeno stanje tako izvedena da je za pomicanje iste potrebno koristiti obje ruke. Sve ostale navedene puške se zaključavaju rotacijom selektora na ina paljbe, koji je pak dostupan nadomak palcu ili kažiprstu ruke na rukohvatu.

Puška FN F2000 ima kraću cijev od ostalih obrađenih kompaktnih pušaka, te time poništava glavnu prednost kompaktne puške u odnosu na klasičnu pušku. Rješenje je vrlo jednostavno, odnosno samo treba konstruirati dulju cijev s kanalom za odvođenje barutnih plinova izvedenim na istom mjestu kao i kod izvorne cijevi.

Zbog izvedbe zatvarača i nosača zatvarača, najlakše bi bilo prilagoditi puške VHS 2 i FN F2000.

### **6.1. Prijedlog konstrukcijskog rješenja brze izmjene strane izbacivanja ahura kod puške VHS 2**

Ova puška ima izvedene otvore za izbacivanje ahura na obje strane, no u upotrebi je uvijek samo jedan. Promjena mjesta izbacivanja ahura zahtjeva posjet puškarnici. Promjena mjesta izbacivanja ahura bi trebala biti brza i jednostavna, a idealno bi bilo da se ta promjena vrši automatski ovisno s kojeg se ramena vrši ga anje.

Najbrže i najlakše rješenje bi bilo djelomice iskoristiti rješenje puške Berreta ARX-160. Zatvara i bi se zamijenili zatvara ima s dva izvlaka a, me usobno pomaknutih uza 180°. Ovisno o strani na koju se ahure izbacuju, jedan izvlaka služi kao izbaca kada zatvara dolazi u stražnji položaj. Izvlaka i su za zatvara pri vrš eni zaticima, koji ujedno služe i kao osovinica oko koje mogu vršiti ograni enu rotaciju. Izvlaka i su osim te rotacije pomi ni i u smjeru osi zatvara a.

Blok u koji udara jedan od izvlaka a je s lijeve strane naslonjen na oprugu. Blok se nalazi unutar ku išta iza mehanizma za opaljenje, gdje je stražnji položaj zatvara a. Blok je s desne strane zakošen, a na tu kosu plohu se naslanja jedan krak polužnog sustava. Polužni sustav završava na rukohvatu s desne strane, gdje se gumb pritiš e palcem lijeve ruke kada se puška koristi s lijevog ramena. Pritiskom na gumb polužni sustav djeluje na zakošeni dio bloka koji se tada pomi e u lijevo. Prilikom opaljenja desni izvlaka zatvara a udara u blok i pomi e se prema naprijed. Taj pomak izvlaka a prema naprijed gura ahuru prema naprijed s te desne strane, dok je na lijevoj strani ahura zahva ena zupcem izvlaka a. Zbog sprega sila koji se javlja na ahuri, ona se zakre e prema lijevo te ju centrifugalna sila zbog te rotacije izbacuje s lijeve strane oružja. Kada se vrši ga anje s desnog ramena, gumb za promjenu mjesta izbacivanja stoji ispod kažiprsta desne ruke, te je pod utjecajem povratne opruge zajedno s cijelim polužnim sustavom pomaknut prema natrag. Kod ovakvog rješenja za ga anje s lijevog ramena se mora pritisnuti gumb, dakle svjesna radnja; dok god ga anja s desnog ramena se gumb ostavi u po etnom položaju. Polužni sustav i blok se moraju tako izvesti da se ne ometa proces opaljenja.

Na nosa u zatvara a bi se trebala izvesti dva zasuna koja se kre u zajedno sa nosa em zatvara a prilikom opaljenja. Njihova funkcije je zaštita unutrašnjosti puške od stranih tijela, a otvaraju se pomakom nosa a zatvara a u natrag, te tako otvaraju otvore za izbacivanje ahura.

U odnosu na rješenje kod puške Berreta ARX-160, ovim sustavom je brže i lakše mijenjati stranu izbacivanja ahura.



**Slika 37. Puška VHS, rastavljena na glavne sklopove [34]**



**Slika 38. Položaj novog sustava izbacivanja ahura unutar puške VHS 2**

Na gornjoj slici žutom bojom je označen gumb kojim se upravlja na koju stranu se izbacuju ahure, crveno su označene poluge, a zeleno je označen blok.

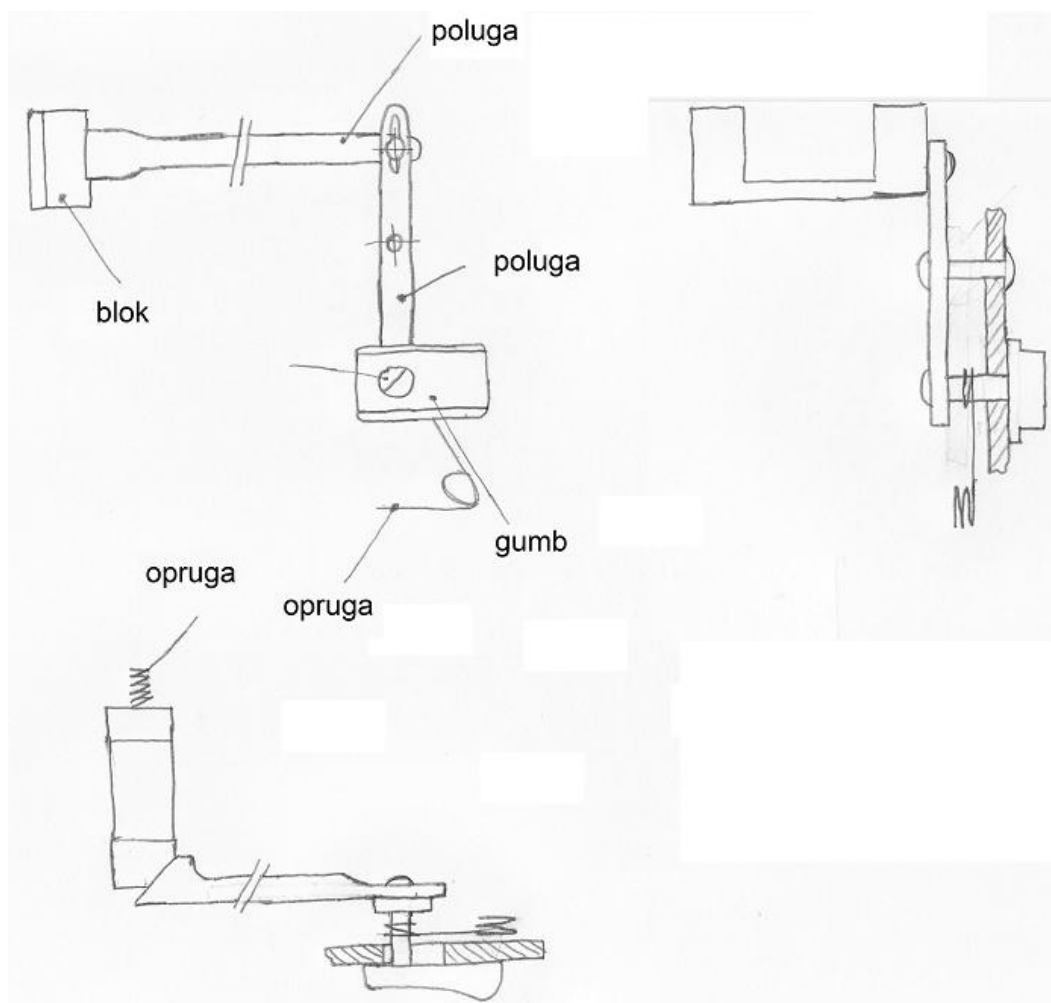




**Slika 39. Položaj gumba za biranje strane izbacivanja ahura na rukohvatu**

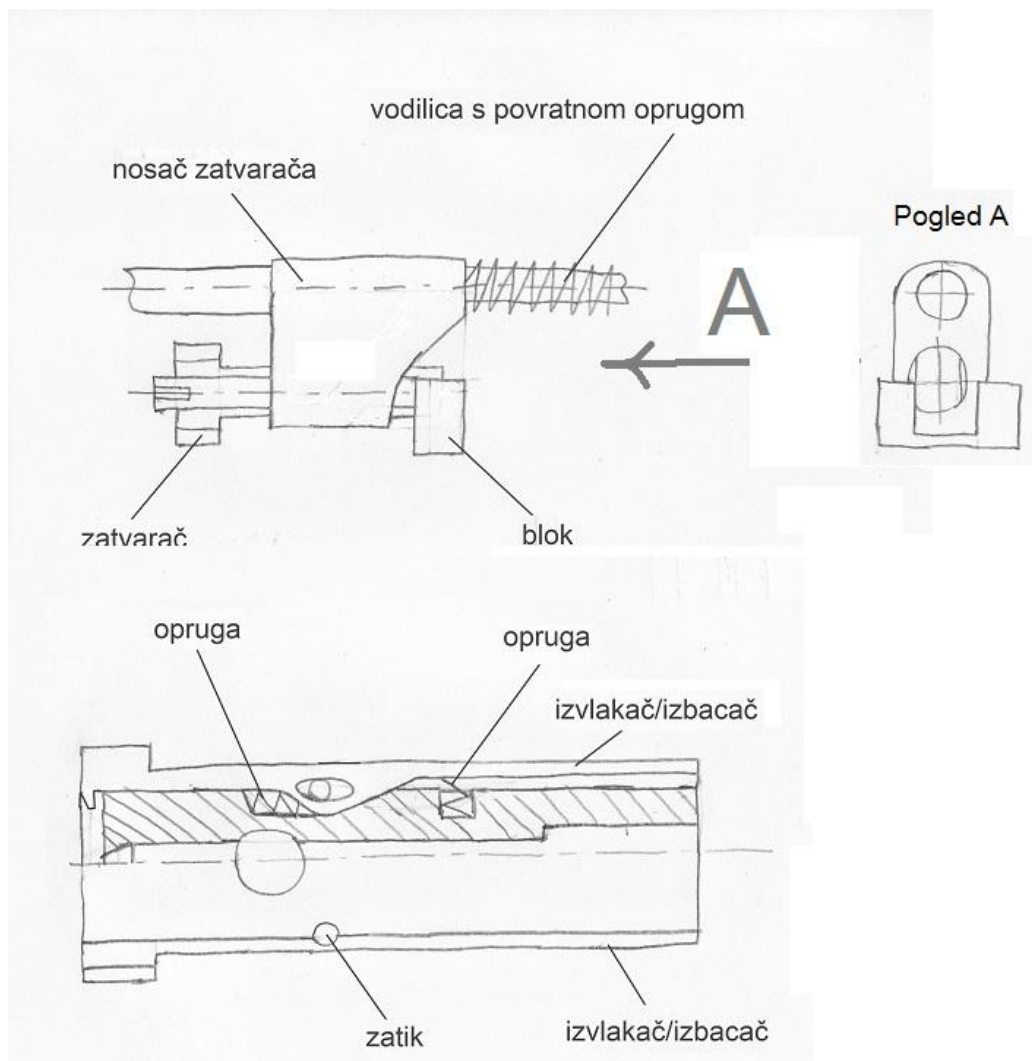
Gumbom se upravlja tako da se palcem lijeve ruke pomakne prema naprijed i tako se drži prilikom gađanja s lijevog ramena. Sila pomaka gumba bi trebala iznositi između 5 i 10 N. Kada se gađanje s desnog ramena gumb stoji ispod kažiprsta, odnosno prsta na obaraču, te se zbog načina hvata ne bi trebao pomaknuti.

Pomakom gumba prema naprijed se zakreće poluga koja na polovici duljine ima osovinu oko koje se okreće. Osovina je vezana za kućište puške. Zakretom te poluge, druga poluga se pomiče prema natrag. Druga poluga na svom drugom kraju ima izvedeno skošenje koje pomiče blok na lijevu stranu puške. Kada je blok tako pomaknut, desni izvlakač zatvarača služi kao izbacivač i tada izbacuje ahure na lijevu stranu puške. Blok se vraća na početni položaj pod utjecajem svoje opruge, a poluzni sustav ima svoju povratnu oprugu. Skošnje na poluzi je oštrog kuta, oko  $20^\circ$ , kako bi što veći dio uzdužnog gibanja poluge prešao u poprečno gibanje bloka.



**Slika 40. Polužni sustav novog sustava za izbacivanje ahura**

Zbog novog načina izbacivanja ahura izmijenjeni su nosa zatvarača i zatvarač. Nosa zatvarača je malo skraćen, te je zasun sa donje strane nosa. Zatvarač sada ima dva izvlaka koji su pomični uzdužno, te se mogu ograničeno rotirati oko zatika. Uzdužni pomak je važan zbog izbacivanja ahura, a rotacija je potrebna kako bi zub izvlaka mogao uhvatiti dno ahure.



**Slika 41. Sklop nosa a zatvara a i zatvara a kada se ahure izbacuju na desnu stranu (gore), sklop zatvara a (dolje)**

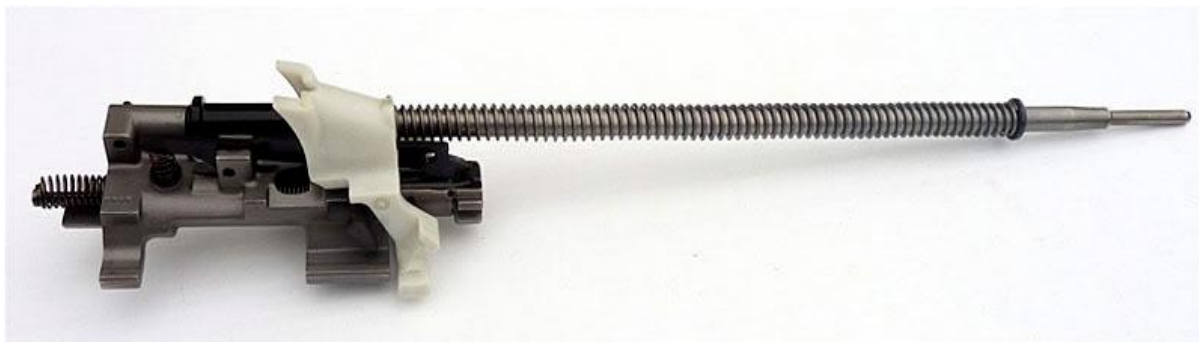
## **6.2. Prijedlog konstrukcijskog rješenja postavljanja kontrola funkcija puške FN F2000**

Puška FN F2000 ima sve kontrole funkcija puške osim zapinja e smještene u vertikalnoj osnoj ravnini puške. Zapinja a je smještena na lijevoj strani puške. Razlog tome je smještaj kanala za izbacivanje ahura iznad cijevi puške, te specifi ne konstrukcije nosa a zatvara a koji je tako er pomaknut na lijevu stranu puške.

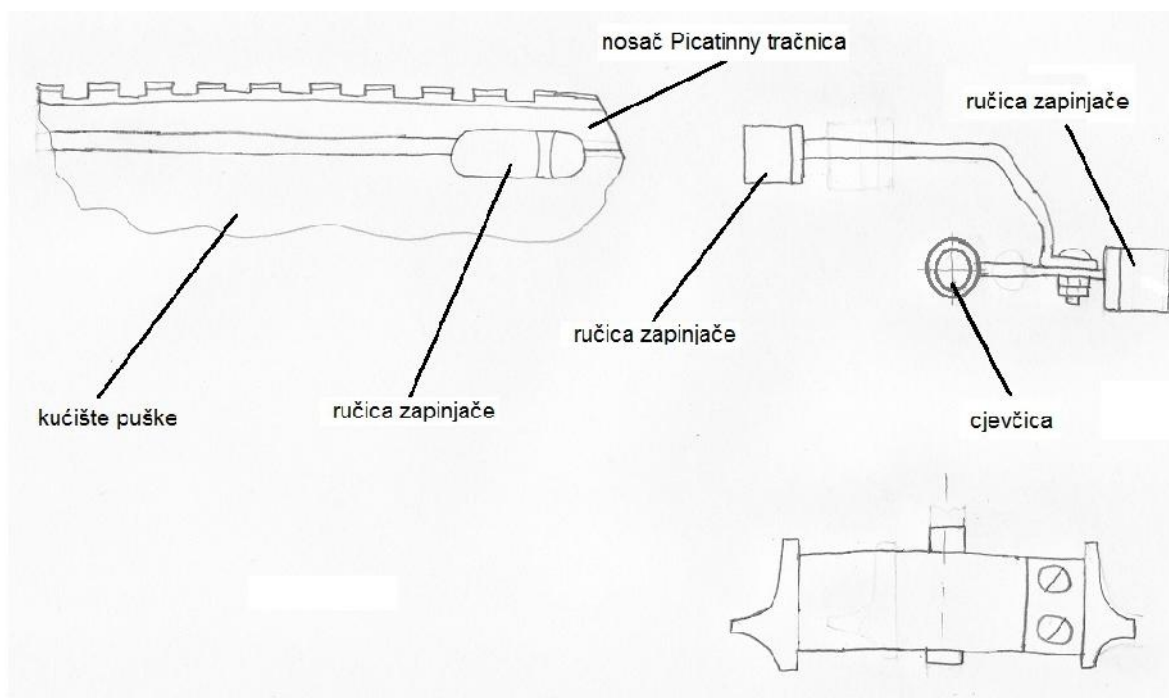
Ru ica zapinja e se mora smjestiti tako da se može koristiti objema rukama jednako. Zbog kanala za izbacivanje ahura, nemogu e je postaviti ru icu zapinja e tako da se može rotirati na lijevu ili desnu stranu. Zbog konstrukcije nosa a zatvara a, te zbog izbacivanja ahura

pomo u usmjeriva a, nemogu e je postaviti još jednu vodilicu na drugu stranu puške kako bi se postavila druga ru ica zapinja e na desnoj strani puške.

Rješenje je postavljanje ru ice zapinja e na gornjoj strani ku išta puške. Osim premještanja ru ice zapinja e to zna i rekonstruiranje gornjeg dijela ku išta puške. Dodao bi se nosa Picatinny tra nica koji se može odvajati od oružja. Ru ica zapinja e bi prolazila ispod tog nosa a. Veza zapinja e s plinskim sustavom bi ostala kakva je u izvornoj verziji.



**Slika 42. Nosa zatvara a sa zatvara em i usmjeriva em ahura (35)**



**Slika 43. Konstrukcija nove zapinja e kod puške FN F2000**

## 7. ZAKLJUČAK

Posljednji sukob koji se može smatrati sukobom dvaju tehnika i numerika podjednakih protivnika je Iransko-irački rat iz osamdesetih godina prošlog stoljeća. Sukobi poslije toga se sve više postaju asimetričnog tipa i sele se u urbana područja. Sukobi u urbanim sredinama predstavljaju nove izazove, te zahtijevaju posebne taktike i postavljaju posebne zahtjeve na tehnička sredstva sukobljenih strana.

Ograničen prostor uvelike negira korištenje uobičajenih taktika i razvijanje velikih formacija, pa borba u urbanim sredinama ponovno vraća težište na pješake postrojbe, a mehanizirane postrojbe služe kao potpora.

Ulice, zgrade, te prostorije u zgradama predstavljaju kompleksan skup otvorenih prostora, skupa prostora i mnoštvo zaklona. Takvi uvjeti predstavljaju nove zahtjeve na konstrukciju pješaka kog naoružanja. Oružje mora istovremeno biti u mogućnosti precizno djelovati na udaljenostima od više stotina metara, ali mora biti kompaktna kako bi se moglo lakše manevrirati skupa prostorijama. Istovremeno puška mora pružiti mogućnost optimalnog iskorištavanja zaklona.

Neki konstruktori i proizvođači su uvidjeli prednosti koje pruža skraćena konstrukcija puške, no to je prvenstveno bilo zbog postrojbi mehaniziranog pješništva i padobranstva. Takvim postrojbama je bilo nezgodno rukovati oružjem pri ulasku i izlasku iz vozila, pa su konstruirane karabina i pušaka i puške s preklopnim i podesivim usadnicima. Takve skraćene puške su se pokazale mnogo pogodnijim za korištenje u urbanim sredinama, nego standardne duge verzije pušaka. Međutim, pokazuje se da skraćena cijev poprilično smanjuje efikasnost metka na udaljenostima koje ne spadaju u blisku borbu. Tu pak do izražaja dolaze prednosti kompaktne konstrukcije puške.

Duga cijev kod puške koja je veličine karabina ima veću vrijednost od karabina ili od standardne puške s dugom cijevi. Razlog je tome što zadržava balistička svojstva duge cijevi, a osigurava pokretljivost karabina.

No kompaktne konstrukcije nisu bile bez svojih problema, pa se tako ispostavilo da je nemoguće mijenjati rame tijekom borbe, što uvelike narušava mogućnost iskorištavanja zaklona. Također je potrebno ljevoruke vojnike obući tako da gađu s desnog ramena i tako koriste nedominantnu ruku, te si time narušavaju borbenu sposobnost.

Proizvođa i kod pušaka nove generacije, i kompaktne i klasične, rade u vidu s time da puške koriste desnoruki i ljevoruki strijelci. Stoga ih izrađuju s mogućnošću korištenja s oba ramena. Razlog tome je dakako promjena vojnih doktrina, promjena prirode sukoba, te golemo civilno tržište, gdje korisnici nemaju želju zamarati se s učenjem korištenja nedominantne ruke ako to ne moraju.

Kompaktna konstrukcija s dugom cijevi, te mogućnošću korištenja s oba ramena optimalno ispunjava zahtjeve kako urbanog ratovanja, tako i klasičnog ratovanja na otvorenom bojnopolju. Trenutno ne postoji jurišna puška koja u potpunosti zadovoljava navedene zahtjeve. Optimalno bi bilo izbacivanje ahura u neutralnu stranu, odnosno prema naprijed ili prema dolje. Nešto lošija varijanta je mogućnost izbacivanja ahura na obje strane, ali da se prebacivanje mjesta ahura može brzo i lako izvesti tijekom borbe, bez dodatnog opterećivanja strijelca.

Postoje i kompaktne puške na neki način omogućuju promjenu mjesta izbacivanja ahura, ali za to treba posjet puškarnici. Ili pak imaju neutralno mjesto izbacivanja ahura, ali ne omogućuju jednako korištenje s lijevog ili s desnog ramena.

Kod puške VHS 2 se uklanja mogućnost neugodnog djelovanja barutnih plinova koji izlaze u lice strijelca kada se gađa s ramena na strani na koju se izbacuju ahure. Naizgled se možeiniti kao zanemarivo poboljšanje, no svaki potencijalni uzrok dekoncentracije strijelca na puški može završiti pogubno po strijelca. Kod puške FN F2000 se dodatkom još jedne ručice zapinjanje omogućilo potpuno jednako korištenje puške s oba ramena, a to se najviše oituje prilikom izmjene spremnika. Kod izvorne izvedbe puške, prilikom izmjene spremnika, se kod gađanja s lijevog ramena puška morala svaki puta zakretati kako bi se desnom rukom preko, ili ispod puške povukla zapinjača. Takav postupak je nužno produžavao vrijeme tijekom kojeg puška nije spremna za opaljenje, a istovremeno se gubio cilj iz ciljnika. Predložena konstrukcijska rješenja izravno djeluju na otklanjanju problema vezanih za nejednaku mogućnost korištenja pušaka s oba ramena. Time se izravno utječe na borbenu vrijednost promatranih pušaka. Implementacija predloženih rješenja bi bila lakša kod puške FN F2000 jer je potrebno manje intervencija u postojeću konstrukciju.

## LITERATURA

- [1] <http://foter.com/f/photo/6996320369/00f08eac1d/>
- [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Cartridge\\_\(firearms\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Cartridge_(firearms))
- [3] [http://www.mp44.nl/weapons/mp44\\_history.htm](http://www.mp44.nl/weapons/mp44_history.htm)
- [4] Fabijani , M.; Parizoski, M.; Lupinski, V.: Pješa ko oružje s nastavom ga anja, MORH, Zagreb, 1995.
- [5] <http://ravenrepublic.net/2010/05/20/armored-core-analogs-chain-guns/>
- [6] <http://collections.vam.ac.uk/item/O1260820/seven-shot-magazine-caspar-kalthoff/>
- [7] <http://theshotgunshop.net/articles.html>
- [8] <http://www.gunknowledge.com/Glossary/B/>
- [9] <http://www.allworldwars.com/Handbook%20of%20the%20Maxim%20Automatic%20Machine%20Gun%20Model%201904.html>
- [10] <http://world.guns.ru/machine/usa/colt-browning-m195-e.html>
- [11] <http://www.forgottenweapons.com/early-semiauto-rifles/cei-rigotti/>
- [12] [http://en.wikipedia.org/wiki/Assault\\_rifle](http://en.wikipedia.org/wiki/Assault_rifle)
- [13] [http://en.wikipedia.org/wiki/EM-2\\_rifle](http://en.wikipedia.org/wiki/EM-2_rifle)
- [14] Glavni stožer HV, Odjel za pravila: Puška FAL 7,62x51 mm, uputa za uporabu, MORH, Zagreb, 1995.
- [15] <http://rkba.org/guns/principles/operating-systems/long-recoil.html>
- [16] <http://rkba.org/guns/principles/operating-systems/short-recoil.html>
- [17] <http://rkba.org/guns/principles/operating-systems/inertia.html>
- [18] <http://firearmshistory.blogspot.com/2010/08/actions-blowback-action-roller-delayed.html>
- [19] <http://www.scribd.com/doc/62229809/FAMAS-5-56-F1-English-Manual-France>
- [20] <http://rkba.org/guns/principles/operating-systems/gas.html>
- [21] <http://firearmshistory.blogspot.com/2010/10/actions-gas-operated-direct-impingement.html>
- [22] [http://en.wikipedia.org/wiki/Rotating\\_bolt](http://en.wikipedia.org/wiki/Rotating_bolt)
- [23] <http://50ae.net/collection/vz58/>
- [24] <http://www.firearmstactical.com/wound.htm>

- [25] <http://thefiringline.com/forums/showthread.php?t=272325>
- [26] [https://en.wikipedia.org/wiki/M16\\_rifle](https://en.wikipedia.org/wiki/M16_rifle)
- [27] <http://www.steyr-mannlicher.com/en/military-law-enf/steyr-aug-a1-a2/>
- [28] <http://world.guns.ru/assault/fr/famas-e.html>
- [29] <http://world.guns.ru/assault/it/beretta-arx-160-e.html>
- [30] <http://www.thefirearmblog.com/blog/2013/05/06/hs-produkt-vhs-2-assault-rifle/>
- [31] <http://world.guns.ru/assault/be/fn-f2000-e.html>
- [32] <http://www.gunblast.com/FS2000.htm>
- [33] Cvetkovi , M.: Unutršnja blaistika 1, Tehni ka vojna akademija kopnene vojske, Zagreb, 1981.
- [34] <http://www.ckz-clan.com/forum/viewtopic.php?f=89&t=2121>
- [35] <http://fnforum.net/forums/fn-fs2000/13625-thoughts-my-first-few-weeks-fs2000.html>



## **PRILOZI**

### **I. CD-R disc**